



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **28 de junio de 2016**.....

1.1 (1.5)	1.2 (1.5)	1.3 (1.5)	1.4 (1.5)	2 (2)	3 (2)	Total Parte I (10)

PARTE I

(33,33% de la nota del examen)

1. TEORÍA (6 puntos). Resuelve de modo claro y conciso las siguientes cuestiones:

1.1. (1.5 puntos). Explica cuál es la funcionalidad del *Port Mapper* en RPC y describe su esquema de funcionamiento.

Diapositiva 20 – Tema 1

1.2. (1.5 puntos). Explica las diferencias entre los servicios web basados en SOAP y servicios web basados en REST.

Diapositiva 37 – Tema 1



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **28 de junio de 2016**.....

1.3. (1.5 puntos). Define qué es *.Net Remoting*. ¿Qué lenguajes de programación y protocolos de comunicación soporta? ¿Cómo se activan los objetos?

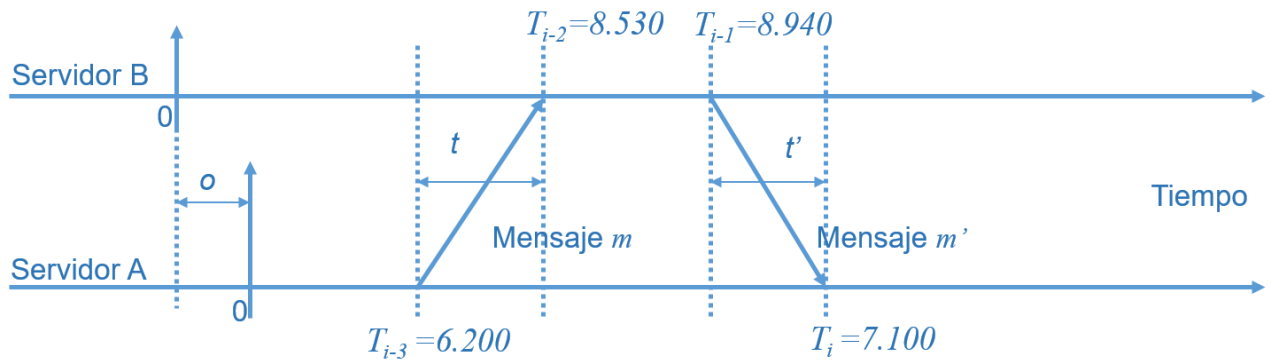
Diapositiva 58 – Tema 1

1.4. (1.5 puntos). Network Time Protocol (NTP). Definición, objetivos, y estructura.

Diapositiva 90 – Tema 1

2. PROBLEMA (2 puntos). Un servidor B de NTP recibe un mensaje del servidor A a las 1:16:8.530 llevando una marca de tiempo 1:16:6.200 y lo responde. A recibe el mensaje a las 1:16:7.100, llevando una marca de tiempo 1:16:8.940 de B.

2.1. (1 punto) Estimar la deriva entre B y A y la precisión de la estimación.



Estimación de la deriva entre B y A:

$$o_i = \frac{(T_{i-2} - T_{i-3}) - (T_i - T_{i-1})}{2} = \frac{(8.530 - 6.200) - (7.100 - 8.940)}{2} = 2.085 \text{ s}$$

Precisión de la estimación:

$$\frac{d_i}{2} = \frac{(T_{i-2} - T_{i-3}) + (T_i - T_{i-1})}{2} = \frac{(8.530 - 6.200) + (7.100 - 8.940)}{2} = 0.245 \text{ s}$$

Es decir la deriva real o verifica:

$$1.84 = 2.085 - 0.245 \leq o \leq 2.085 + 0.245 = 2.33$$



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **28 de junio de 2016**.....

2.2 (1 punto) Si en el siguiente intercambio de dos mensajes NTP entre B y A, los tiempos de envío de los mensajes (t_2 y t_2') son proporcionales a los tiempos de envío del primer intercambio de mensajes (t_1 y t_1') de acuerdo a un factor α ($t_2 = \alpha t_1$ y $t_2' = \alpha t_1'$) ¿será la medida de la precisión de la estimación de la deriva mayor o menor que en el primer caso? ¿por qué? ¿qué estimación de la deriva sería preferible, la del primer o segundo envío?

La medida de la precisión de la estimación de la deriva se calcula como $\frac{d_i}{2} = \frac{(t+t')}{2}$. En el primer caso se tendrá $\frac{d_1}{2} = \frac{(t_1+t_1')}{2}$ y en el segundo caso se tendrá $\frac{d_2}{2} = \frac{(t_2+t_2')}{2} = \frac{\alpha(t_1+t_1')}{2} = \frac{\alpha d_1}{2}$. Por tanto, la estimación de la deriva en el segundo envío será mayor que en el primero para $\alpha > 1$, y la estimación de la deriva en el segundo envío será menor que en el primero para $\alpha < 1$. Por tanto, dado que la estimación de la deriva cuantifica el margen de error de la estimación, es preferible que sea pequeña. Por tanto, el primer envío de mensajes será preferible si $\alpha > 1$, mientras que el segundo intercambio de mensajes será preferible cuando $\alpha < 1$.

3. PROBLEMA (2 puntos). Considerar los siguientes casos particulares de sistemas distribuidos basados en el modelo cliente / servidor:

- a) **Servicio de consulta de resultados electorales.** A través de una interfaz de programación definida, los clientes pueden consultar los resultados de las elecciones europeas, nacionales y autonómicas de los últimos años, así como realizar ciertas operaciones estadísticas sobre los datos. Igualmente, la interfaz permitirá a los clientes subir al sistema los resultados de diferentes encuestas electorales. Los clientes que accederán al servicio son heterogéneos, y será necesario pasar a través de un cortafuegos. Además se prevé que en un futuro se dote a la interfaz de nuevas funciones y se desea que los clientes puedan obtener información sobre los nuevos servicios prestados de forma sencilla. El tiempo de procesamiento de los mensajes no es crítico.
- b) **Servicio de descarga de genomas.** Un laboratorio de biología ofrece un servicio mediante el cual los clientes heterogéneos solicitan el genoma (secuencia de bases/nucleótidos A,C,G,T) de cierto organismo identificado por un código (cadena de texto). El servidor envía el genoma al cliente como una cadena de texto (ACGTTATAA...). El cliente queda a la espera de la respuesta del servidor. Nota: el genoma humano contiene aproximadamente tres mil millones de nucleótidos.

Para cada uno de los anteriores sistemas distribuidos basados en el modelo cliente/servidor se pide elegir justificadamente (**cuantas más razones se den para la elección mayor la puntuación**) el mecanismo de comunicación más adecuado entre: comunicación no orientada a conexión (UDP), comunicación orientada a conexión (TCP), Comunicación a través de colas de mensajes, servicios web basados en SOAP, servicios web basados en REST y llamadas a procedimiento remoto (RPC). Indicar además si será necesario usar algún mecanismo adicional para garantizar la **transparencia de datos**.



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **28 de junio de 2016**.....

- a) **Servicio de consulta de resultados electorales.** El mecanismo más adecuado sería servicios web basados en SOAP debido a las siguientes razones:
- Los clientes son heterogéneos, luego será necesario proporcionar transparencia de acceso y datos.
 - Se accede a los servicios prestados a través de una interfaz de programación y los servicios involucran cierta lógica compleja.
 - Dado que en el futuro se prevé que se puedan añadir más funciones, cada una de ellas podría ser fácilmente añadida a la interfaz.
 - Dado que el tiempo de procesamiento de los mensajes no es crítico, es necesario y se desea que el servicio esté accesible para una gran variedad de clientes, la mejor opción es usar servicios web basados en SOAP ya que siguen estándares.
 - Por las razones del apartado anterior (heterogeneidad, proceso complejo, interfaz de programación) dudáramos entre RPC o WS-SOAP. Sin embargo, será necesario pasar por un corta-fuegos, el tiempo de procesamiento de los mensajes no es crítico, y en el futuro aparecerán nuevos servicios. Esto sugiere WS-SOAP, ya que pasaríamos a través del corta-fuegos, y usando WSDL y UDDI podríamos registrar y localizar de forma sencilla los nuevos servicios.
 - Se descartan opciones como TCP y UDP por ser mecanismos de muy bajo nivel y ser éste un servicio relativamente complejo. También cabrían esperar respuestas rápidas, luego se descartan las colas de mensajes.
 - No es necesario utilizar ningún tipo de mecanismo adicional para garantizar la transparencia de datos, puesto que ya lo provee SOAP.
- b) **Servicio de descarga de genomas.** La solución más apropiada sería comunicación orientada a conexión (TCP) dado que:
- Los dos sistemas tienen que estar conectados a la vez (acoplados en el tiempo) y el cliente queda a la espera de la respuesta del servidor, lo que descarta las colas de mensajes.
 - Es necesario garantizar que las respuestas del servidor llegan y lo hacen en orden. Además, es razonable establecer una conexión entre cliente y servidor dado que las cadenas de texto a enviar pueden ser muy largas; por tanto, es adecuado no limitar el tamaño de las respuestas.
 - Las RPCs o servicios web no son necesarios ya que la funcionalidad es muy elemental: enviar un código y esperar una respuesta (cadena de texto).
 - Sería necesario hacer marshalling/unmarshalling de texto (representación de caracteres) al ser clientes heterogéneos. Este marshalling/unmarshalling no sería muy complejo.

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

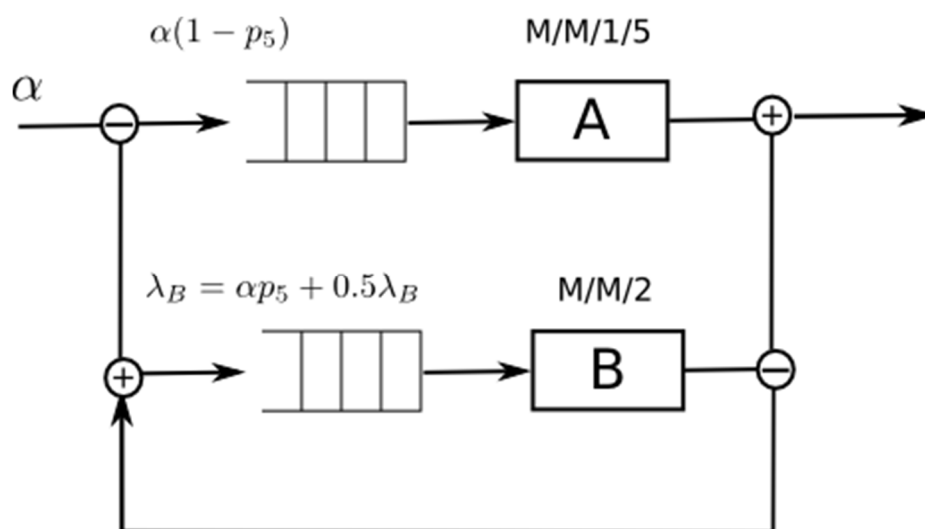
PARTE II

(33,33% de la nota del examen)

1. PROBLEMA (7 puntos). Una empresa presta un servicio a sus usuarios. Las peticiones de los usuarios son recibidas inicialmente por un servidor A. Este servidor tiene **una CPU** que es capaz de procesar cada petición en un promedio de **250ms**. Sin embargo, por construcción, este servidor tiene una cola de espera limitada y no admite más de **4 peticiones en cola**. Si al llegar una petición al servidor A se da la circunstancia de que la cola está llena, la petición se redirige a otro servidor B. La cola del servidor B se puede considerar de tamaño **infinito**. Además, el servidor B tiene **dos CPUs** que pueden atender cualquiera de las peticiones recibidas y se estima que cada CPU procesa en promedio cada petición en **500ms**. Finalmente, se ha observado que cada petición que es procesada por el servidor B tiene que ejecutar otra petición adicional en el sistema con una probabilidad del **50%**. Esta nueva petición será siempre recibida por el servidor B. Finalmente, se sabe que las peticiones recibidas correspondientes al servicio prestado por la empresa siguen un proceso Poisson, y se reciben en promedio 5 peticiones por segundo.

Suponer que todos los tiempos de servicio están distribuidos de forma exponencial 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.

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.



Suponemos que el servidor B está en estado estacionario. Este caso la tasa que tendrá a la salida será la misma que la que tiene a la entrada. Aplicando el teorema de Jackson, podemos describir



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II**

Grupo.....

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

Ejercicio del día **28 de junio de 2016**

el servidor B como un sistema M/M/2, pues tiene 2 CPUs y cola infinita. El servidor A se puede describir como un sistema M/M/1/K con $K = 5$, pues tiene una CPU y tamaño de cola finita e igual a 4. Además el tráfico que llega al servidor B desde el servidor A se puede interpretar como un proceso Poisson obtenido como el resultado de una partición aleatoria de un proceso Poisson (la llegada de clientes al servicio de la empresa).

1.2 (1 punto) Calcular la tasa de llegadas efectiva a la entrada de cada servidor.

- La tasa de llegadas efectiva al servidor A será $\alpha(1 - p_5) = 5(1 - 0,272) = 3,64$ p/s. Donde se cumple que:

$$p_5 = p_0 \left(\frac{\alpha}{\mu_A}\right)^5 = p_0 \left(\frac{5}{4}\right)^5 = 0,089 \cdot 3,051 = 0,272$$

$$p_0 = \frac{1 - \frac{\alpha}{\mu_A}}{1 - \left(\frac{\alpha}{\mu_A}\right)^6} = \frac{1 - 1,25}{1 - 3,815} = 0,089$$

Suponemos que el servidor B está en estado estacionario. Este caso la tasa que tendrá a la salida será la misma que la que tiene a la entrada.

$$\begin{aligned}\lambda_B &= \alpha \cdot p_5 + 0,5 \cdot \lambda_B = 1,36 + 0,5 \cdot \lambda_B \\ \lambda_B &= 2 \cdot 1,36 = 2,72 \text{ p/s}\end{aligned}$$

1.3 (2 puntos) Calcular el número medio de peticiones esperando en cola en el sistema.

Para el servidor A tenemos que:

$$L = \frac{\frac{\alpha}{\mu_A}}{1 - \frac{\alpha}{\mu_A}} \cdot \frac{1 - (K+1)\left(\frac{\alpha}{\mu_A}\right)^K + K\left(\frac{\alpha}{\mu_A}\right)^{K+1}}{1 - \left(\frac{\alpha}{\mu_A}\right)^{K+1}} = \frac{1,25}{-0,25} \cdot \frac{1 - 18,311 + 19,074}{-2,815} = \frac{2,204}{0,704} = 3,131 \text{ clientes}$$

$$L_q = L - \rho = 3,131 - \frac{\alpha(1 - p_5)}{\mu_A} = 3,131 - 0,91 = 2,221 \text{ clientes}$$

Para el servidor B tenemos que:

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

$$L_q = \frac{P_q \rho}{1 - \rho} = 1,175 \text{ clientes}$$

$$\rho = \frac{\lambda_B}{c \cdot \mu_B} = \frac{2,72}{2 \cdot 2} = 0,68$$



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II**

Grupo.....

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

Ejercicio del día **28 de junio de 2016**

$$P_q = \frac{P_c}{1 - \rho} = 0.553$$

$$P_c = P_0 \cdot \frac{c^c}{c!} \left(\frac{\lambda_B}{c \cdot \mu_B} \right)^c = 0,191 \cdot 2 \cdot 0,462 = 0,177$$

$$P_0 = \left[\left(\sum_{n=0}^{c-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} \right) + \frac{(\lambda/\mu)^c}{c!(1-\rho)} \right]^{-1} = [1 + 1,36 + 2,89]^{-1} = 0,191$$

El número medio de clientes en cola en el sistema es por tanto $1,175 + 2,221 = 3,396$ *clientes*.

1.4 (1 puntos) Calcular justificadamente el tiempo medio de respuesta de todo el sistema.

Calculamos el número total de clientes en todo el sistema y aplicamos Little.

$$L_T = 3,396 + 2 \cdot 0,68 + 0,91 = 5,666 \text{ clientes}$$

$$W_T = \frac{L_T}{\alpha} = \frac{5,666}{5} = 1,133 \text{ s}$$

1.5 (1 punto) Calcular justificadamente el tiempo medio de respuesta de las peticiones que son atendidas por el servidor A.

De nuevo aplicamos Little.

$$W_A = \frac{L_A}{\alpha(1 - p_5)} = \frac{2,221 + 0,91}{3,64} = \frac{3,131}{3,64} = 0,86 \text{ s}$$

1.6 (1 punto) Calcular el tiempo medio de respuesta de las peticiones que son atendidas por el servidor B.

$$W_B = \frac{L_B}{\alpha \cdot p_5} = \frac{1,175 + c\rho}{1,36} = \frac{2,535}{1,36} = 1,864 \text{ s}$$

2. PROBLEMA (3 puntos) Una empresa tiene un servidor que cuenta con **2 CPUS** que pueden atender cualquiera de las peticiones recibidas. Sin embargo, por construcción el sistema no cuenta con cola de espera. Se sabe que el tiempo que tarda cada CPU en procesar las peticiones de los clientes está distribuido de forma exponencial con media igual a **250ms**. El servidor recibe tráfico que sigue un proceso Poisson con una tasa de 10 peticiones por segundo.

2.1 (1 punto) Justificar el uso de un modelo de colas para analizar el sistema descrito.



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos..... Nombre.....
 Ejercicio del día **28 de junio de 2016**.....

El sistema sería M/M/c/c con $c = 2$, ya que no tiene cola de espera, todos los tiempos están distribuidos de forma exponencial y el número de servidores (CPUs) es igual a dos.

2.2 (1 punto) Calcular la probabilidad de que las dos CPUs estén ocupadas en un momento arbitrario del tiempo.

Esta es la probabilidad de que en el sistema haya 2 clientes.

$$p_2 = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^2 \frac{1}{2!} = p_0 \left(\frac{10}{4}\right)^2 \frac{1}{2} = 0,151 \cdot 3,125 = 0,472$$

$$p_0 = \left[\sum_{n=0}^2 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \frac{1}{n!} \right]^{-1} = [1 + 2,5 + 3,125]^{-1} = 0,151$$

2.3 (1 punto) Calcular el tiempo medio de respuesta del sistema.

Al no tener cola el sistema el tiempo medio de respuesta es igual al tiempo medio de servicio que es 250ms.



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **28 de junio de 2016**.....

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:

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\rho = 1 - p_0$$

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

Modelo M/M/c/M

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

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

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

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



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **28 de junio de 2016**.....

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). Indica las dos situaciones que pueden darse al analizar los fallos en los programas (software) y nombra dos modelos que se pueden utilizar para describir el ritmo de descubrimiento de fallos.

1.2. (1.25 puntos). Describe cómo funciona el protocolo que puede ser utilizado para evitar que el enrutador por defecto se convierta en un punto único de fallo en los servidores finales.



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **28 de junio de 2016**.....

1.3. (1.25 puntos). Indica las diferencias entre la entrega de paquetes mediante “destination NAT” y “retorno directo del servidor” (direct server return) en un balanceador de carga.

1.4. (1.25 puntos). Indica los tipos de copias remotas que son posibles en los servidores de disco y las características de cada una.



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **28 de junio de 2016**.....

2 (3.5)	3 (1.5)	Total Parte III Problemas (5)

PARTE III

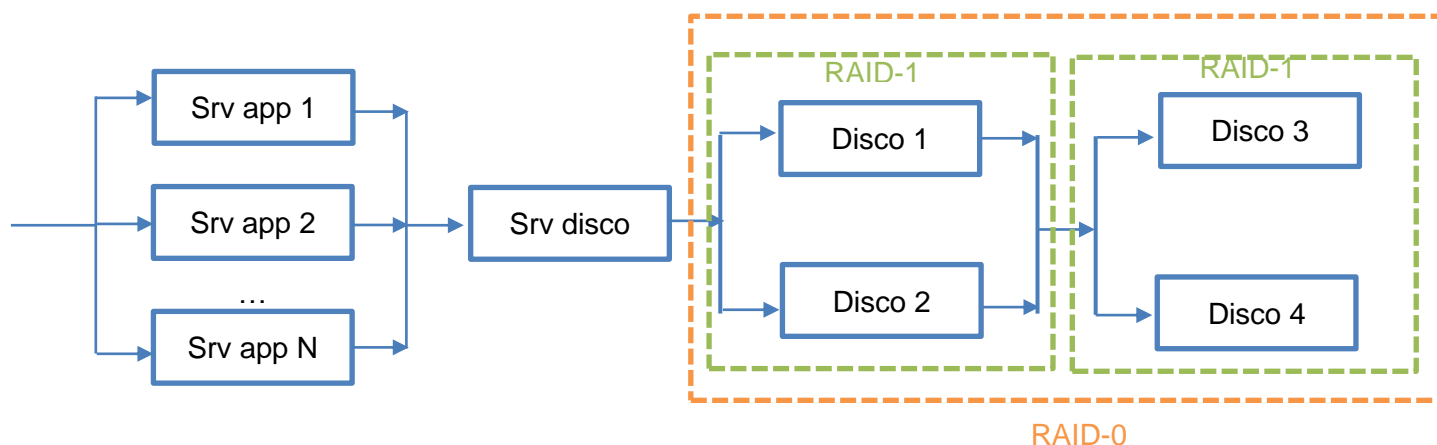
(33,33% de la nota del examen)

PROBLEMAS

2.- (3.5 puntos). Para ofrecer un determinado servicio, una empresa cuenta con N servidores de aplicaciones y un servidor de disco que gestiona 4 discos idénticos de 2TB cada uno. Los servidores de aplicaciones realizan operaciones que requieren escribir y leer de los discos a través del servidor de disco. La empresa decide configurar los discos como un RAID-10.

2.1 (0.5 puntos) Dibujar el diagrama de disponibilidad del sistema teniendo en cuenta que es necesario que al menos uno de los servidores de cada tipo esté operativo para poder prestar el servicio.

Teniendo en cuenta que la configuración RAID-10 requiere que al menos uno de los discos de cada configuración RAID-1 esté disponible, el diagrama de disponibilidad quedaría de la siguiente forma:



2.2 (1.5 puntos) Se sabe que el tiempo medio hasta fallo de cada servidor de aplicaciones es de 8,000 horas, que el tiempo medio entre fallos del servidor de disco es 7,000 horas y que el tiempo medio hasta fallo de cada uno de los discos es de 5,000 horas. La empresa encargada del mantenimiento es capaz de reparar un servidor de aplicaciones dañado en 60 días, el servidor de disco en 24 horas y un disco dañado en 72 h. Determinar el número de servidores de aplicaciones que será necesario para garantizar una disponibilidad total del sistema del 99.50% e indicar los puntos simples de fallo (SPOF) del mismo. Suponer que todos los fallos son independientes. Expresar los resultados redondeando a 4 decimales.

Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II**

Grupo.....

Apellidos.....

Nombre.....

Ejercicio del día **28 de junio de 2016**.....

Para cada servidor de aplicaciones disponemos de los siguientes datos:

MTTF=8000h

MTTR=60 días = 1440h

Por tanto, la disponibilidad de cada servidor de aplicaciones es: $A_{srvA} = \frac{MTTF}{MTTF+MTTR} = \frac{8000}{8000+1440} = 0.8475$

Para el servidor de disco disponemos de los siguientes datos:

MTBF=7000h

MTTR=24h

Por tanto, la disponibilidad del servidor de disco es: $A_{srvD} = \frac{MTBF-MTTR}{MTBF} = \frac{7000-24}{7000} = 0.9966$

Para cada disco disponemos de los siguientes datos:

MTTF=5000h

MTTR=72h

Por tanto, la disponibilidad de cada disco es: $A_{disco} = \frac{MTTF}{MTTF+MTTR} = \frac{5000}{5000+72} = 0.9858$

La disponibilidad total del sistema será por tanto:

$$A_{TOTAL} = (1 - (1 - A_{srvA})^N) \cdot A_{srvD} \cdot (1 - (1 - A_{disco})^2) \cdot (1 - (1 - A_{disco})^2) \\ = (1 - (1 - A_{srvA})^N) \cdot A_{srvD} \cdot (1 - (1 - A_{disco})^2)^2$$

Despejando N de la ecuación anterior:

$$(1 - (1 - A_{srvA})^N) = \frac{A_{TOTAL}}{A_{srvD} \cdot (1 - (1 - A_{disco})^2)^2}$$

$$-(1 - A_{srvA})^N = -1 + \frac{A_{TOTAL}}{A_{srvD} \cdot (1 - (1 - A_{disco})^2)^2}$$

$$\log_{10}(1 - A_{srvA})^N = \log_{10}\left(1 - \frac{A_{TOTAL}}{A_{srvD} \cdot (1 - (1 - A_{disco})^2)^2}\right)$$

$$N = \frac{\log_{10}\left(1 - \frac{A_{TOTAL}}{A_{srvD} \cdot (1 - (1 - A_{disco})^2)^2}\right)}{\log_{10}(1 - A_{srvA})}$$



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II**

Grupo.....

Apellidos.....

Nombre.....

Ejercicio del día **28 de junio de 2016**

Sustituyendo:

$$N = \frac{\log_{10} \left(1 - \frac{0.9950}{0.9966 \cdot (1 - (1 - 0.9858)^2)^2} \right)}{\log_{10}(1 - 0.8475)} = \frac{-2.9198}{-0.8167} = 3.575$$

Por tanto, para garantizar una disponibilidad total de al menos el 99.50%, es necesario tener 4 servidores de disco.

El SPOF de este sistema es el servidor de disco, ya que se dispone de varios servidores de aplicaciones y los discos están dispuestos en RAID-10 lo que significa que son tolerantes a un fallo.

2.3 (0.5 puntos) Tras un tiempo en funcionamiento y tras un análisis detallado de los requisitos del servicio, la empresa determina que necesitará 5TB de espacio de almacenamiento. ¿El diseño actual del sistema es capaz de satisfacer este requisito? ¿Qué alternativa de diseño se podría sugerir garantizando tolerancia a un fallo y sin la necesidad de adquirir nuevos discos?

El diseño actual no es capaz de satisfacer el requisito, ya que con la configuración en RAID-10, se pueden guardar en este caso 4TB de datos (el 50% de la capacidad total). Una alternativa de diseño con tolerancia a un fallo sería configurar los discos como RAID-5. RAID-0 no es una opción ya que no ofrece tolerancia a fallo. En RAID-5 con 4 discos, se requiere un 25% de espacio para la paridad, y, por tanto, se podrían guardar hasta $8 \cdot 0.75 = 6\text{TB}$.

2.4 (1 punto) Para la solución propuesta en el apartado 2.3, ¿se debería obtener una disponibilidad total del sistema mayor o menor que la obtenida en el apartado 2.2? ¿Por qué? Calcular justificadamente la disponibilidad total del sistema propuesto en 2.3. asumiendo que todos los fallos son independientes. Expresar los resultados redondeando a 4 decimales.

Para la configuración de discos en RAID-5 (asumiendo 4 servidores de aplicaciones y 1 servidor de disco), se debería tener una disponibilidad algo menor que para el apartado 2.2. RAID-5 con 4 discos es tolerante a un fallo, pero en ningún caso soporta el fallo de dos discos. Sin embargo, RAID-10 es también tolerante a un fallo, y puede llegar a soportar dos fallos siempre y cuando se produzcan en dos discos de diferente RAID-1.

La disponibilidad para el RAID-5 se puede calcular teniendo en cuenta que este RAID estará disponible si funcionan todos los discos, o si funcionan al menos 3 de los 4 discos:

$$\begin{aligned} A_{RAID} &= (A_{disco})^4 + \binom{4}{3} A_{disco}^3 (1 - A_{disco}) = (A_{disco})^4 + 4A_{disco}^3 (1 - A_{disco}) \\ &= 4A_{disco}^3 - 3(A_{disco})^4 = A_{disco}^3 (4 - 3A_{disco}) \end{aligned}$$

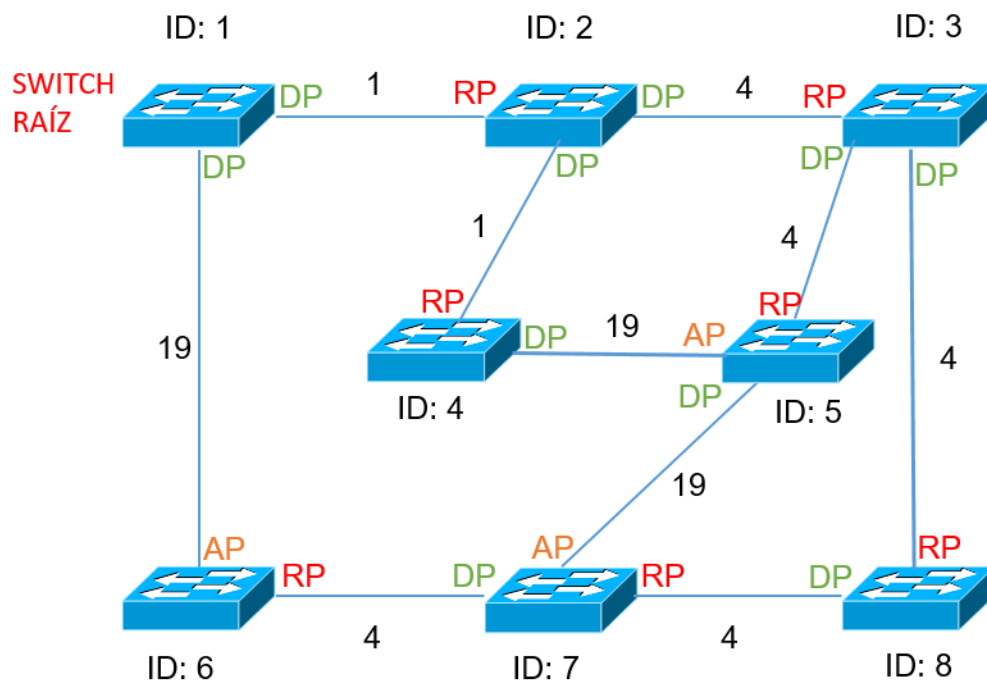
La disponibilidad del RAID-5 teniendo en cuenta A_{disco} será: $A_{RAID} = 0.9858^3 (4 - 3 \cdot 0.9858) = 0.9988$

La disponibilidad total del sistema vendrá dada por:

$$A_{TOTAL} = (1 - (1 - A_{srvA})^4) \cdot A_{srvD} \cdot A_{RAID} = (1 - (1 - 0.8475)^4) \cdot 0.9966 \cdot 0.9988 = 0.9949$$

Obsérvese que, efectivamente la disponibilidad total es inferior a la obtenida para RAID-10, donde se sabe que la disponibilidad es superior al 99.50%.

3.1 (1 punto). 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).



3.2 (0.5 puntos) Al detectarse un fallo en la conexión entre el switch 3 y el switch 5, indicar justificadamente qué puertos cambiarían de estado tras el fallo.

Además de cambiar a AP los dos puertos correspondientes al enlace del switch 3 y el switch 5, habría que reconfigurar el RP del switch 5, que pasaría a ser el puerto del enlace con el switch 4. También se intercambia la asignación DP-AP en la conexión entre los switches 5 y 7 ya que, al cambiar el RP del switch 5, se modifica el coste del camino mínimo a la raíz desde el switch 5, siendo ahora su coste superior al coste del camino mínimo a la raíz desde el switch 7.

El resto de puertos permanecen inalterados puesto que ninguno se ve afectado por la modificación del camino mínimo hasta la raíz del switch 5.