



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **5 de mayo de 2015**.....

1.1 (1.5)	1.2 (1.5)	1.3 (1.5)	1.4 (1.5)	2 (4)	Total Parte I (10)

PARTE I

(33,33% de la nota del examen)

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

1.1. (1.5 puntos). Describe los pasos y las componentes involucradas en el proceso de invocación desde un cliente de un procedimiento remoto (RPC) localizado en un servidor remoto, y la obtención de la correspondiente respuesta.

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



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **5 de mayo de 2015**.....

1.3. (1.5 puntos). Explica el ciclo de desarrollo de una aplicación distribuida basada en CORBA.

1.4. (1.5 puntos). Indica las componentes que aparecen en el estándar de directorio X.500 y qué protocolos de comunicación se utiliza para interaccionar entre ellas. Indica la utilidad del protocolo LDAP (Lightweighth Directory Access Protocol).



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **5 de mayo de 2015**.....

2.- (4 puntos). Considerar los siguientes casos particulares de sistemas distribuidos basados en el modelo cliente / servidor:

- a) Sistema de ficheros remoto. Los clientes acceden a carpetas remotas como si fuesen locales. El sistema soporta una interfaz de programación típica del acceso a ficheros. Creación, apertura y cierre de ficheros, cambio de los permisos asociados a un fichero, posicionamiento del puntero de lectura, etc. Los clientes del servicio son heterogéneos. Resulta crítico que el envío de los mensajes sea eficiente.
- b) Interfaz de consulta de datos de una red social. Los clientes pueden usar una interfaz de programación predefinida para consultar de forma remota el perfil de un usuario, registrar un nuevo mensaje en la red social, consultar cuántos seguidores se tiene, etc. Los clientes que accederán al servicio son heterogéneos, y será necesario pasar a través de un corta-fuegos. El tamaño de los mensajes no es crítico. En el futuro se prestarán nuevos servicios, y se desearía que los clientes pudiesen acceder a ellos de forma sencilla.
- c) Servicio de configuración para red homogénea. Cuando un ordenador arranca solicita una dirección IP al servidor sin necesidad de conocer su ubicación. El servidor responde con un mensaje que contiene información sobre la dirección IP facilitada, la máscara de red, y la dirección IP del enrutador por defecto.
- d) Servicio de impresión 3D. Los clientes pueden enviar al servidor sus trabajos para ser impresos por una impresora 3D. El servidor acepta trabajos en un formato predefinido, y los imprime. Los usuarios del sistema son los empleados de la empresa que son de dos tipos. Personal contratado de forma directa, y personal sub-contratado. El personal contratado de forma directa tiene que poder imprimir antes sus trabajos que el personal sub-contratado. Los usuarios tienen un límite de 10 impresiones al mes. Superado dicho límite, sus trabajos no son impresos. El servidor conectado a la impresora 3D solo está operativo diariamente de 14:00 a 18:00.

Para cada uno de ellos se pide elegir justificadamente (**cuantas más razones se den para la elección mayor la puntuación**) el mecanismo de comunicación más adecuado entre: Comunicación a través de colas de mensajes, servicios web basados en SOAP, llamada a procedimiento remoto (RPC) y comunicación no orientada a conexión (UDP).

- a) 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 estos involucran cierta lógica compleja. Estas razones sugieren usar RPC o WS-SOAP. Sin embargo, el tamaño de los mensajes debería ser pequeño. Eso nos haría elegir RPC. Bastaría implementar cada operación como un procedimiento remoto. Descartamos UDP por ser de muy bajo nivel, ya que el servicio es complejo. También deberíamos tener una respuesta rápida, por ejemplo, al abrir un fichero, luego descartamos colas de mensajes.
- b) Por las razones del apartado anterior (heterogeneidad, proceso complejo, interfaz de programación) dudaríamos entre RPC o WS-SOAP. Sin embargo, será necesario pasar por un corta-fuegos, no es muy importante que los mensajes sean pequeños, 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. Descartaríamos colas de mensajes y UDP por las razones del apartado anterior.



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **5 de mayo de 2015**.....

- c) Utilizaríamos UDP debido a que permite comunicación uno a muchos y no hay que traducir datos. En particular, utilizando el direccionamiento broadcast no sería necesario conocer la ubicación del servidor al arrancar. El servicio es sencillo, del tipo petición respuesta. La petición siempre es la misma, y la respuesta también, con lo que la operación es idempotente. Si se pierde un mensaje basta volverlo a enviar. UDP sería la solución más eficiente y que menos configuración requeriría.
- d) Elegiríamos colas de mensajes ya que permite filtrar mensajes para evitar que se imprima pasado el límite de 10 impresiones. También debido a que el formato de impresión es homogéneo y predefinido. Con colas de mensajes se podrían establecer prioridades al imprimir, y no sería necesario que clientes y servidores estuviesen disponibles al mismo tiempo. Los clientes pueden mandar sus trabajos por la mañana, y éstos se almacenarían en la cola y serían impresos por la tarde, al arrancar el servidor.



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **5 de mayo de 2015**.....

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

PARTE II

(33,33% de la nota del examen)

1. PROBLEMA (7 puntos) Una empresa ofrece servicios de cálculo y repositorio de conjuntos de datos para modelos de reconocimiento de patrones.

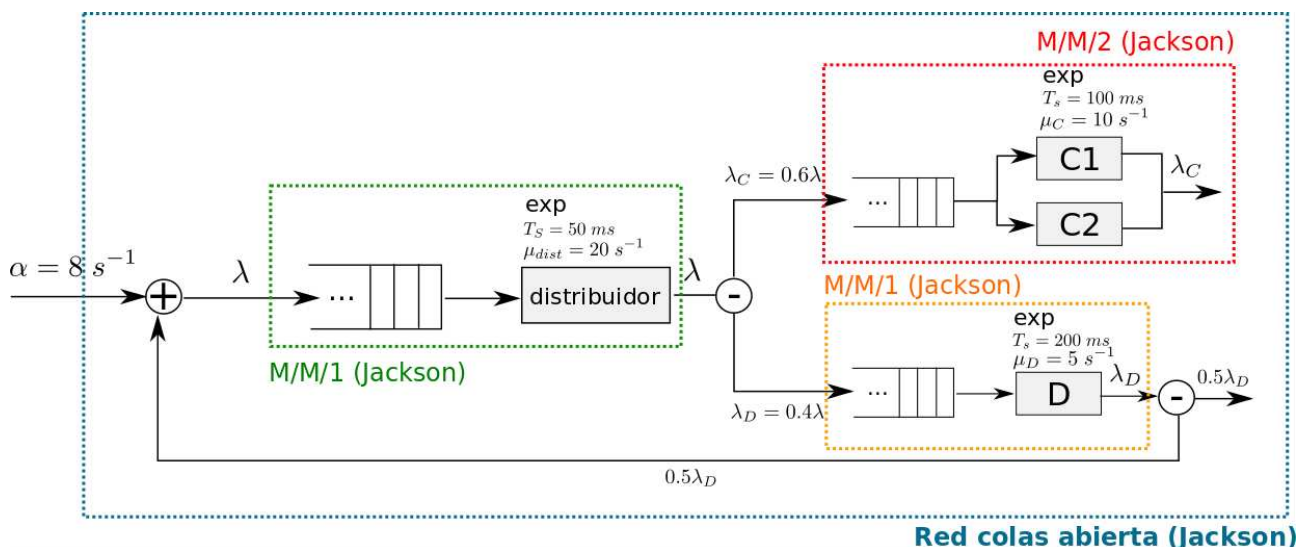
Dicho sistema recibe peticiones de los clientes según un proceso de Poisson con una media de **8 peticiones por segundo**. Las peticiones son recibidas inicialmente por un distribuidor que analiza el contenido de las peticiones para saber si son peticiones de ejecución de modelos o son peticiones para extraer datos del repositorio. El distribuidor cuenta con una única CPU que tarda en promedio **50 ms** en analizar cada petición. Se estima que en promedio, el **60%** de las peticiones recibidas solicitan la ejecución de modelos estadísticos y el **40%** de las peticiones son para la extracción de datos del repositorio.

Tras pasar por el distribuidor, las solicitudes de cálculo de modelos pasan a un servidor de cálculo que cuenta con 2 CPUs que pueden atender cualquiera de las peticiones que se encuentren en cola. Una misma petición no puede ser procesada por las 2 CPUs en paralelo. El tiempo que tarda cada CPU en procesar el trabajo tiene un valor medio de **100 ms**. Todas las solicitudes de cálculo abandonan el sistema una vez procesadas.

Por otra parte, tras pasar por el distribuidor, las solicitudes de extracción de datos del repositorio pasan a un servidor de disco. Este servidor tiene una CPU que tarda **200 ms** en promedio procesar cada petición. Una vez procesadas, el **50%** de las peticiones de extracción de datos necesitarán invocar otra petición adicional en el sistema antes de darse por completadas. Estas nuevas peticiones serán recibidas por el distribuidor y pueden ser tanto peticiones de acceso a disco como peticiones de cálculo de acuerdo a los porcentajes indicados anteriormente (60% cálculo, 40% disco).

Suponer que todos los tiempos de servicio están distribuidos de forma exponencial, que los servidores tienen una cola de espera 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.

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



Las tasas de llegadas a la entrada de cada servidor se pueden obtener al suponer que los sistemas se encuentran en estado estacionario. Entonces:

- La tasa de entrada al distribuidor viene dada por la suma de la tasa de llegadas exterior α y el 50% de la tasa de salidas del servidor de disco. Por tanto, al haber retroalimentación, la tasa de llegadas, λ , al distribuidor no sigue una distribución de Poisson. Sin embargo, al encontrarse en estado estacionario, la tasa de salida del distribuidor será λ .
- La tasa de entrada al servidor de cálculo se denotará por λ_C y vendrá dada por $\lambda_C = 0.6 \lambda$. Esta entrada no sigue un proceso de Poisson puesto que λ no es de Poisson.
- La tasa de entrada al servidor de disco se denotará por λ_D y vendrá dada por $\lambda_D = 0.4 \lambda$. Esta entrada no sigue un proceso de Poisson puesto que λ no es de Poisson.

Aunque ninguno de los componentes del sistema son modelos M/M/c en sentido estricto ya que ninguno tiene llegadas poissonianas, el sistema verifica las condiciones del teorema de Jackson: estado estacionario en cada uno de los componentes y red de colas abierta. Por tanto, el número de clientes en el distribuidor y el servidor de disco se puede modelar de acuerdo a un modelo M/M/1 y el número de clientes en el servidor de cálculo se puede obtener de acuerdo a un modelo M/M/2.

1.2 (1 punto) Calcular la tasa de llegadas efectiva a la entrada de cada servidor (distribuidor, servidor de cálculo y servidor de disco).

- Tasa de llegadas efectiva a la entrada del distribuidor: $\lambda = \alpha + 0.5 \lambda_D = \alpha + 0.5 (0.4 \lambda) = \alpha + 0.2 \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{\alpha}{0.8} = \frac{8}{0.8} = 10 \text{ s}^{-1}$.



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II**

Grupo.....

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

Ejercicio del día **5 de mayo de 2015**

- Tasa de llegadas efectiva a la entrada del servidor de cálculo: $\lambda_c = 0.6 \lambda = 0.6 \cdot 10 = 6 \text{ s}^{-1}$.
- Tasa de llegadas efectiva a la entrada del servidor de disco: $\lambda_D = 0.4 \cdot \lambda = 0.4 \cdot 10 = 4 \text{ s}^{-1}$.

Observar que en todos los casos la tasa de llegadas a cada servidor es menor que la tasa de servicio, y, por tanto, el sistema se encuentra efectivamente en estado estacionario.

1.3 (2 puntos) Calcular justificadamente el número medio de peticiones en cada uno de los componentes (distribuidor, servidor de cálculo y servidor de disco).

Para calcular el número medio de clientes L_{dis} en el **distribuidor** aplicamos las ecuaciones del modelo M/M/1:

$$L_{dis} = \frac{\rho_{dis}}{1 - \rho_{dis}} = \frac{\lambda}{\mu_{dis} - \lambda} = \frac{10}{20 - 10} = 1 \text{ clientes}$$

Para calcular el número medio de clientes L_c en el **servidor de cálculo** aplicamos las ecuaciones del modelo M/M/2:

$$L_c = \frac{P_q \rho_c}{1 - \rho_c} + c \rho_c$$

Por tanto, es necesario calcular la probabilidad de esperar en cola P_q y el factor de utilización del servidor de cálculo ρ_c .

$$\rho_c = \frac{\lambda_c}{c \mu_c} = \frac{6}{2 \cdot 10} = 0.3$$

$$P_q = \frac{p_c}{1 - \rho_c} = \frac{p_2}{1 - \rho_c} = \frac{0.0968}{1 - 0.3} = 0.138$$

$$p_2 = p_0 \frac{\left(\frac{\lambda_c}{\mu_c}\right)^2}{2!} = 0.538 \frac{\left(\frac{6}{10}\right)^2}{2!} = 0.0968$$

$$p_0 = \left[\left(\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\left(\frac{\lambda_c}{\mu_c}\right)^n}{n!} \right) + \frac{\left(\frac{\lambda_c}{\mu_c}\right)^c}{c! (1 - \rho_c)} \right]^{-1} = \left[\frac{\left(\frac{6}{10}\right)^0}{0!} + \frac{\left(\frac{6}{10}\right)^1}{1!} + \frac{\left(\frac{6}{10}\right)^2}{1! (1 - 0.3)} \right]^{-1} = 0.538$$



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos..... Nombre.....
 Ejercicio del día **5 de mayo de 2015**.....

Sustituyendo valores en la expresión de L_C :

$$L_C = \frac{P_q \rho_C}{1 - \rho_C} + c \rho_C = \frac{0.138 \cdot 0.3}{1 - 0.3} + 2 \cdot 0.3 = 0.659 \text{ clientes}$$

Para calcular el número medio de clientes L_D en el **servidor de disco** aplicamos las ecuaciones del modelo M/M/1:

$$L_D = \frac{\rho_D}{1 - \rho_D} = \frac{\lambda_D}{\mu_D - \lambda_D} = \frac{4}{5 - 4} = 4 \text{ clientes}$$

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

Aplicamos el Teorema de Little sobre el sistema global, teniendo en cuenta que el número medio de clientes en el sistema total es la suma del número medio de clientes en cada uno de los subsistemas y la tasa de llegadas externas al sistema es α :

$$W = \frac{L_{dis} + L_C + L_D}{\alpha} = \frac{1 + 0.659 + 4}{8} = 0.707 \text{ s}$$

1.5 (1 punto) Calcular justificadamente el tiempo medio de respuesta para las peticiones de cálculo de modelos.

Las peticiones para el cálculo de modelos pasarán una vez por el distribuidor y por el servidor de cálculo y abandonarán el sistema. Por tanto, el tiempo medio de respuesta para estas peticiones vendrá dado por la suma del tiempo medio en el distribuidor y el tiempo medio en el servidor de cálculo:

$$W_{calculo} = W_{dist} + W_C$$

Donde $W_{calculo}$ es el tiempo medio de respuesta para las peticiones de cálculo de modelos, W_{dist} es el tiempo medio de respuesta del distribuidor, y W_C es el tiempo medio de respuesta del servidor de cálculo.

Utilizando el número medio de clientes en cada componente calculados en el apartado anterior y aplicando el Teorema de Little sobre el distribuidor y el servidor de cálculo se obtiene:



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **5 de mayo de 2015**.....

$$W_{dist} = \frac{L_{dist}}{\lambda} = \frac{1}{10} = 0.1 \text{ segundos}$$

$$W_C = \frac{L_C}{\lambda_C} = \frac{0.659}{6} = 0.110 \text{ segundos}$$

Por tanto, el tiempo medio de respuesta para las peticiones de cálculo de modelos será:

$$W_{calculo} = W_{dist} + W_C = 0.1 + 0.110 = 0.21 \text{ segundos.}$$

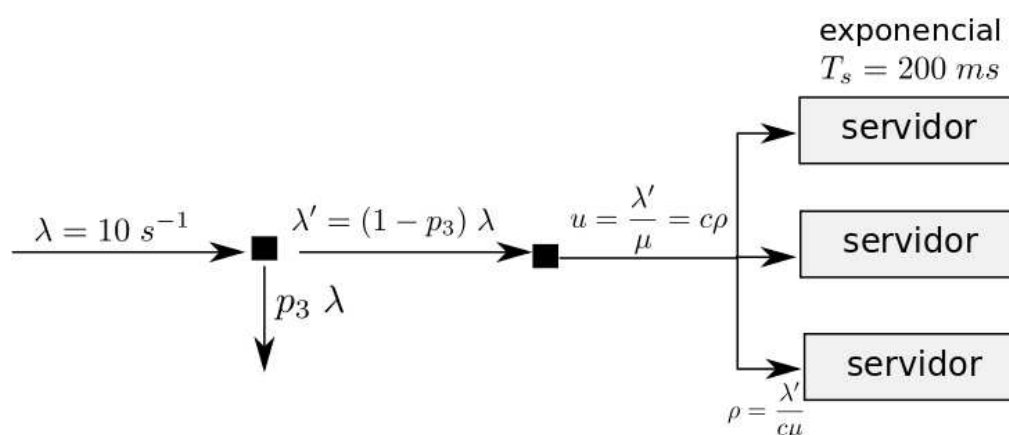
1.6 (1 puntos) Determinar justificadamente un cuello de botella en el sistema descrito anteriormente y plantear posibles soluciones. No se tendrán en cuenta respuestas no razonadas.

Atendiendo a los factores de utilización de cada uno de los componentes, $\rho_{dis} = \frac{10}{20} = 0.5$, $\rho_C = \frac{6}{2 \cdot 10} = 0.3$, $\rho_D = \frac{4}{5} = 0.8$, se observa que el elemento más sobrecargado es el servidor de disco. Para solucionarlo podrían ponerse más discos en paralelo o colocar un disco más potente que redujese el tiempo medio de servicio.

2. PROBLEMA (3 puntos) Una empresa dispone de 3 ordenadores idénticos y desea utilizarlos para poner en marcha un servicio de información meteorológica. Los tres ordenadores trabajarán en paralelo y cualquiera de ellos podrá atender cualquier petición de los clientes. Una petición será procesada por un único ordenador. Sin embargo, la empresa decide prescindir de una cola donde almacenar peticiones entrantes cuando los tres ordenadores estén ocupados. De esta forma, aquellas peticiones que lleguen al sistema cuando todos los ordenadores estén ocupados serán rechazadas. Cada ordenador tarda en procesar una petición **200 ms** en promedio y se estima que las peticiones de los clientes llegarán al sistema según un proceso de Poisson con una media de **10 peticiones por segundo**.

Suponer que todos los tiempos están distribuidos de forma exponencial y que existe un número muy grande de clientes, de modo que el número de peticiones en servicio no afecta al ritmo de llegada de nuevas peticiones.

2.1 (1 punto) Dibujar el diagrama del sistema y justificar un modelo válido para describirlo.



Se trata de un sistema **M/M/3/3** debido a que:

- Llegadas siguen un proceso de Poisson de tasa $\lambda = 10 \text{ p/s}$.
- Tiempo de servicio distribuido exponencialmente con media $T_s = 200 \text{ ms} \Leftrightarrow \mu = 5 \text{ s}^{-1}$
- Tres servidores
- No existe cola y, por tanto, el número máximo de clientes en el sistema es igual al número de servidores.
- 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.

2.2 (1 punto) Calcular la probabilidad de que una petición sea rechazada.

La probabilidad de que una petición sea rechazada viene dada por la probabilidad de que todos los servidores estén ocupados, es decir, que haya 3 clientes en el sistema. Por tanto, se debe calcular p_3 .

De acuerdo a las ecuaciones del modelo M/M/c/c:



Asignatura SISTEMAS INFORMÁTICOS II Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día 5 de mayo de 2015

$$p_n = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \frac{1}{n!} \Rightarrow p_3 = p_0 \left(\frac{10}{5}\right)^3 \frac{1}{3!}$$

$$p_0 = \left[\left(\sum_{n=0}^{\infty} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} \right) \right]^{-1} = \left[\frac{\left(\frac{10}{5}\right)^0}{0!} + \frac{\left(\frac{10}{5}\right)^1}{1!} + \frac{\left(\frac{10}{5}\right)^2}{2!} + \frac{\left(\frac{10}{5}\right)^3}{3!} + \dots \right]^{-1} = 0.158$$

Por tanto, la probabilidad de rechazar una petición será:

$$p_3 = p_0 \left(\frac{10}{5}\right)^3 \frac{1}{3!} = 0.158 \left(\frac{10}{5}\right)^3 \frac{1}{3!} = 0.211.$$

Es decir, el 21.1% de las peticiones serán rechazadas.

2.3 (0.5 puntos) Calcular el factor de utilización de cada servidor.

$$\text{El factor de utilización del servidor será: } \rho = \frac{\lambda (1-p_3)}{3\mu} = \frac{10 (1-0.211)}{3 \cdot 5} = 0.526$$

Cada servidor estará ocupado en promedio el 52.6% del tiempo.

2.4 (0.5 puntos) Calcular el número medio de clientes en el sistema.

El número medio de clientes en el sistema vendrá dado por la intensidad del tráfico $u = c\rho = 3 \cdot 0.526 = 1.578$ clientes.

Otra posible forma de calcularlo es aplicando el Teorema de Little teniendo en cuenta la tasa de llegadas efectiva $\lambda' = (1 - p_3)\lambda$ y que el tiempo de estancia en el sistema W es únicamente el tiempo de servicio, puesto que no hay colas. Entonces: $L = \lambda' W = \lambda' T_s = (1 - p_3)\lambda T_s = (1 - 0.211) \cdot 10 \cdot 0.2 = 1.578$ clientes.



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **5 de mayo de 2015**.....

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.

1.2. (1.25 puntos). Explica cómo se consigue la redundancia en la conexión de servidores a nivel 2.



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **5 de mayo de 2015**.....

1.3. (1.25 puntos). Diferencias entre los mecanismos de entrega de paquetes *Destination NAT* y retorno directo al servidor (*Direct Server Return*) en los balanceadores de carga.

1.4. (1.25 puntos). Indica las principales diferencias entre los clusters de proceso activo-pasivo (o asimétricos) y los clusters activo-pasivo cruzados (o simétricos). ¿Qué ventajas e inconvenientes ofrece el cluster activo-pasivo cruzado (o simétrico) respecto al cluster activo-pasivo (o asimétrico)?

Asignatura SISTEMAS INFORMÁTICOS II

Grupo.....

Apellidos.....

Nombre.....

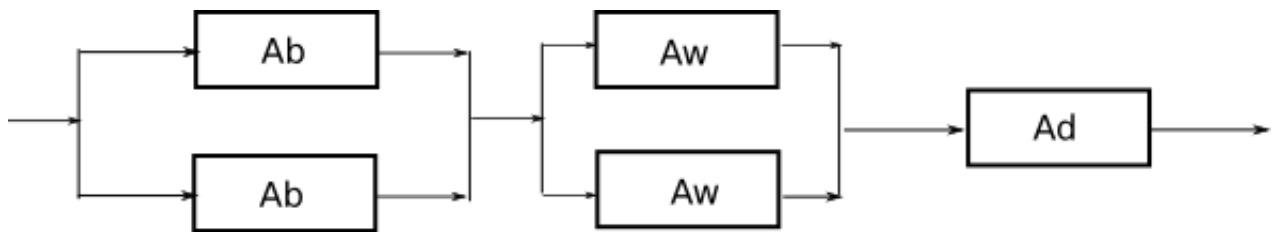
Ejercicio del día 5 de mayo de 2015

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

PARTE III**(33,33% de la nota del examen)****PROBLEMAS**

2.- (3 puntos). Una empresa cuenta con un único centro de procesamiento de datos donde almacena todos sus recursos computacionales. En dicho centro de datos se encuentran 2 balanceadores de carga que reparten las peticiones de los clientes entre 2 servidores web. Los servidores web utilizan como dispositivo de almacenamiento un único servidor de disco.

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



2.1 (1 punto) Se sabe que el tiempo medio hasta el fallo de un balanceador de carga es de 5,000 horas, el de un servidor web es de 1,000, y el del servidor de disco de 1,500 horas. También se cuenta con una empresa que es capaz de reparar cualquier servidor dañado en 24 horas. Calcular la disponibilidad total del sistema e indicar los puntos simples de fallo (SPOF) del mismo. Suponer que todos los fallos son independientes.

$$A_b = 5,000 / (5,000 + 24) = 99.5$$

$$A_w = 1,000 / (1,000 + 24) = 97.7$$

$$A_d = 1,500 / (1,500 + 24) = 98.4$$

$$A_T = (1 - (1 - A_b)^2) * (1 - (1 - A_w)^2) * A_d = 98.4\%$$

Los puntos simples de fallo son aquellos en los que en caso de fallo se cae el sistema. Sería el servidor de disco.



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **5 de mayo de 2015**.....

2.2 (1 punto) Se ha de satisfacer un requisito de disponibilidad total del 99.9%. Calcular cuántos servidores de disco redundantes es necesario colocar en el sistema para conseguirlo.

$$\begin{aligned} (1 - (1 - A_b)^2) * (1 - (1 - A_w)^2) * (1 - (1 - A_d)^n) &= 99.9\% \\ (1 - (1 - A_b)^2) * (1 - (1 - A_w)^2) - (1 - (1 - A_b)^2) * (1 - (1 - A_w)^2) (1 - A_d)^n &= 99.9\% \\ (1 - (1 - A_b)^2) * (1 - (1 - A_w)^2) - 0.999 &= (1 - (1 - A_b)^2) * (1 - (1 - A_w)^2) (1 - A_d)^n \\ ((1 - (1 - A_b)^2) * (1 - (1 - A_w)^2) - 0.999) / ((1 - (1 - A_b)^2) * (1 - (1 - A_w)^2)) &= (1 - A_d)^n \\ 1 - 0.999 / ((1 - (1 - A_b)^2) * (1 - (1 - A_w)^2)) &= (1 - A_d)^n \\ n = \log(1 - 0.999 / ((1 - (1 - A_b)^2) * (1 - (1 - A_w)^2))) / \log(1 - A_d) &= 1.86 \text{ servidores} \end{aligned}$$

Luego habrá que colocar al menos otro servidor de disco.

2.3 (0.5 punto) Tras lleva a cabo los cambios necesarios para cumplir el requisito anterior, y teniendo en cuenta que el centro de procesamiento de datos de la empresa se encuentra en el edificio de su sede central, indicar justificadamente si sus instalaciones computacionales son tolerantes a **desastres locales**. Si no es así, indicar una posible solución para conseguir la recuperación frente a este tipo de desastres e indicar a través de qué mecanismo se podría llevar a cabo la replicación de la información almacenada en los servidores de disco.

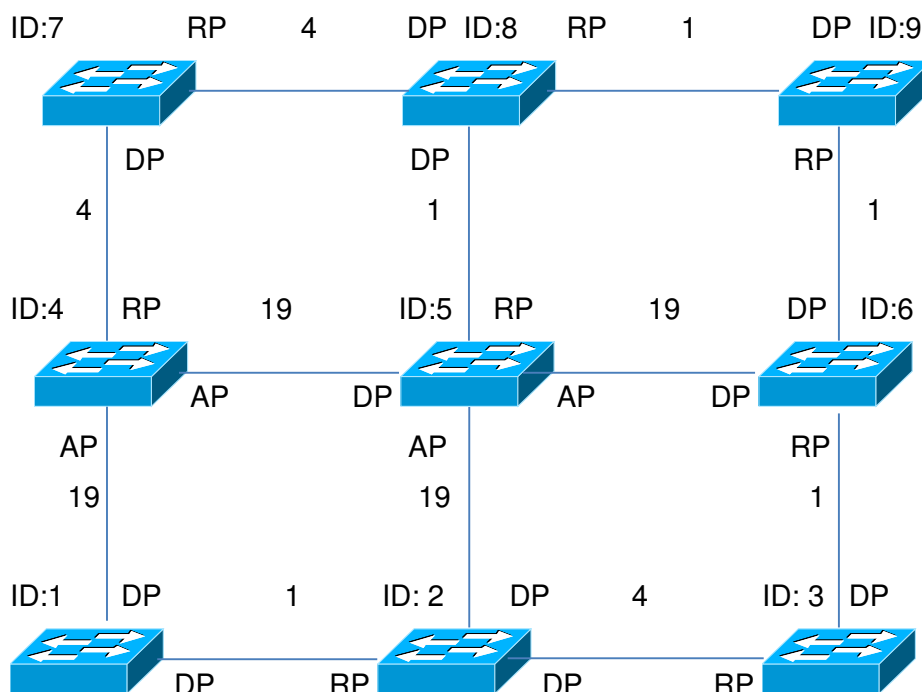
Al tener un único centro de proceso de datos ubicado en un edificio no hay tolerancia a desastres locales (incendios, inundaciones, etc), ya que éstos podrían afectar a todos los servidores de la empresa a la vez.

La resistencia frente a desastres locales se podría obtener mediante un clúster a nivel de campus o metropolitano. Bastaría con colocar los componentes redundantes del sistema en otro centro de procesamiento de datos, ubicado en otro edificio, a una distancia máxima de unos 10km.

Al ser un clúster a nivel de campuso o metropolitano tendríamos enlaces de alta velocidad (Ethernet o fibra óptica, propios o alquilados) y sería posible la copia síncrona de la información entre los 2 servidores de disco utilizando los mecanismos propios de dichos servidores.

3.1- (1 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).

El conmutador raíz sería el que tiene mayor prioridad que es igual a menor ID. Luego sería el 1.



3.2 (1 puntos) Determinar el estado de cada uno de los puertos de los conmutadores tras fallar el enlace (proceso de fail-over) entre los conmutadores con ID 4 y 7.

