



SISTEMAS INFORMÁTICOS II

Asignatura..... Grupo.....

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

Ejercicio del día **24 de mayo de 2018. Parte I**

1.1 (1,5)	1.2 (1,5)	1.3 (1,5)	1.4 (1,5)	1.5 (1,5)	2 (2,5)	Total (10)

PARTE I
(33,33% de la nota del examen)

1.- TEORÍA (7.5 puntos). Contesta de modo claro y conciso a las siguientes cuestiones.

1.1. (1,5 puntos) Describe en qué consiste la transparencia de datos, y nombra tres mecanismos que se podrían utilizar para conseguirla.

1.2. (1,5 puntos) Explica cuál es la funcionalidad del *Port Mapper* en RPC y describe su esquema de funcionamiento



SISTEMAS INFORMÁTICOS II

Asignatura..... Grupo.....

Apellidos Nombre.....

Ejercicio del día **24 de mayo de 2018. Parte I**

1.4. (1,5 puntos) Describe el modelo publicador / suscriptor para el diseño de sistemas distribuidos (componentes que lo forman, interacciones entre ellas, y tareas a llevar a cabo por cada una). Indica qué mecanismo de comunicación es más adecuado para su implementación.

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



SISTEMAS INFORMÁTICOS II

Asignatura..... Grupo.....

Apellidos Nombre.....

Ejercicio del día **24 de mayo de 2018. Parte I**

1.3. (1.5 punto) Explica las diferencias entre los servicios web basados en SOAP y los servicios web basados en REST

2. PROBLEMA (2.5 puntos). Considerar los siguientes casos particulares de sistemas distribuidos:

1. Servicio de acceso a datos abiertos (open data) de la UAM. A través de una interfaz de programación definida, los clientes pueden consultar los datos agregados de los resultados académicos de los estudiantes en los últimos 10 años y datos de empleabilidad, así como algunos datos sobre los resultados de investigación de la universidad. También podrán realizar ciertas operaciones estadísticas sobre los datos. Igualmente, la interfaz permitirá a determinados clientes, con los permisos adecuados, subir al sistema informes de investigación que luego podrán ser consultados. Los clientes que accederán al servicio son heterogéneos, y será necesario pasar a través de un corta-fuegos. 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.
2. 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 razonadamente el mecanismo de comunicación más adecuado entre los vistos en la parte de teoría de la asignatura (Java RMI, CORBA, WS-soap, WS-rest, RPC, UDP, TCP o Colas de Mensajes). Indicar así mismo si será necesario implementar algún **mecanismo adicional de traducción de datos**.

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

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

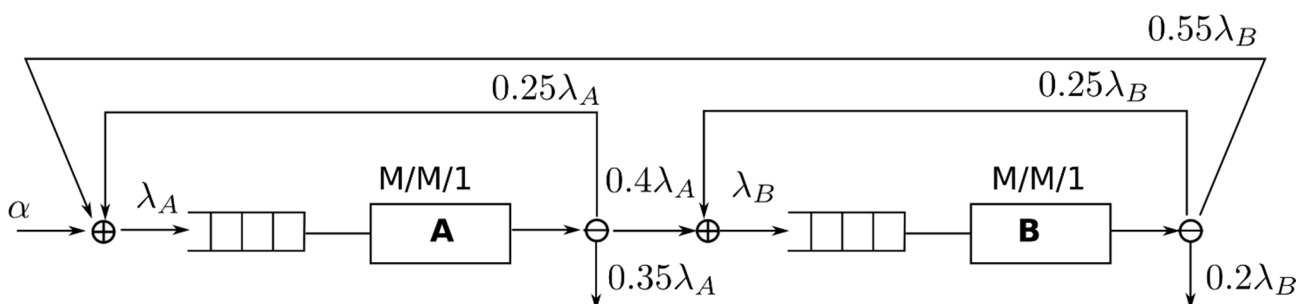
PARTE II

(33,33% de la nota del examen)

1. PROBLEMA (7 puntos). Una empresa presta un servicio a sus usuarios. Se ha estimado que el servicio prestado a los usuarios recibe tráfico Poisson con una media de **5** solicitudes por segundo. Las solicitudes de servicio son recibidas inicialmente por un servidor **A**. Este servidor tiene un tiempo medio de servicio de **50ms**. Una vez procesadas por el servidor A, una solicitud de servicio invocará otra solicitud de servicio **en dicho servidor** con una probabilidad del **25%**. Por otro lado, un **35%** de las solicitudes se darán por **terminadas** tras ser procesadas por A. Las **restantes solicitudes** son reenviadas a un servidor **B**. Este servidor tiene un tiempo medio de servicio de **150ms**. Al igual que en el caso del servidor A, una vez ha sido procesada por el servidor B, una solicitud de servicio invocará **otra solicitud** de servicio en el servidor B con una probabilidad del **25%**. Con una probabilidad del **20%** las solicitudes procesadas por B se darán por **terminadas**. Las restantes solicitudes necesitan invocar una **solicitud adicional** en el sistema. Esta solicitud será recibida por el servidor **A**.

Suponer que todos los tiempos de servicio están distribuidos de forma exponencial y que los servidores tienen cola de espera de tamaño infinito. Los servidores cuentan con una sola CPU para procesar las peticiones de los clientes.

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 los servidores están en estado estacionario. Este caso la tasa que tendrán a la salida será la misma que la que tienen a la entrada. Como la llegada de peticiones sigue un proceso Poisson, la probabilidad de salir del sistema es mayor que cero, los tiempos están distribuidos de forma exponencial y las colas tienen tamaño infinito, podemos usar el teorema de Jackson y ver el sistema como una red de colas abierta. Usando el teorema de Jackson, podemos describir cada servidor como un sistema M/M/1.



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II**

Grupo.....

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

Ejercicio del día **24 de mayo de 2018**

1.2 (2 puntos) Calcular la tasa de llegadas efectiva a la entrada 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:

$$\lambda_A = \alpha + 0.25\lambda_A + 0.55\lambda_B$$

$$\lambda_A = \frac{\alpha + 0.55\lambda_B}{0.75}$$

$$\lambda_B = 0.4\lambda_A + 0.25\lambda_B$$

$$\lambda_B = \frac{0.4\lambda_A}{0.75}$$

$$\lambda_A = \frac{\alpha}{0.75} + \frac{0.55}{0.75} \frac{0.4}{0.75} \lambda_A = \frac{\alpha}{0.75} + 0.3911\lambda_A$$

$$\lambda_A = \frac{\alpha}{0.75 \cdot 0.6089} = \frac{\alpha}{0.4567} = 10.9481s^{-1}$$

$$\lambda_B = \frac{0.4}{0.75} \lambda_A = 5.839s^{-1}$$

Las capacidades de los servidores son:

$$\mu_A = 20 p/s$$

$$\mu_B = \frac{1}{0.15} 6.6667p/s$$

Luego se cumple que los sistemas estén en estado estacionario.

1.3 (1 puntos) Calcular justificada el número medio de peticiones en el sistema total.

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

$$\rho_A = \frac{10.9481}{20} = 0.5474$$

$$\rho_B = \frac{5.839}{6.667} = 0.8758$$

$$L_{total} = L_A + L_B$$

$$L_A = \frac{\rho_A}{1 - \rho_A} = \frac{0.5474}{1 - 0.5474} = 1.2095 \text{ clientes}$$

$$L_B = \frac{\rho_B}{1 - \rho_B} = \frac{0.8758}{1 - 0.8758} = 7.0515 \text{ clientes}$$



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **24 de mayo de 2018**.....

$$L_{total} = 1.2095 + 7.0515 = 8.261 \text{ clientes}$$

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.

$$W_T = \frac{L_T}{\alpha} = \frac{8.261}{5} = 1.6522 \text{ segundos}$$

1.5 (1 punto) Calcular justificadamente un cuello de botella en el sistema y proponer alguna solución para remediarlo.

Un cuello de botella en el sistema es el servidor B, ya que está trabajando más del 80% del tiempo, pues $\rho_B = \frac{5.839}{6.667} = 0.8758$.

Para remediarlo se podría poner un servidor más rápido (reducir su tiempo medio de servicio) o poner más servidores en paralelo (pasando a ser un sistema M/M/c).

1.6 (1 punto) Calcular la probabilidad de que el número de peticiones en la cola del servidor A exceda 3 solicitudes de servicio.

Mediante el teorema de Jackson podemos usar las fórmulas del modelo M/M/1.

$$p(n_q > 3) = p(n > 4) = \sum_{n=5}^{\infty} (1 - \rho) \rho^n = (1 - \rho) \sum_{n=5}^{\infty} \rho^n = \frac{(1 - \rho) \rho^5}{(1 - \rho)} = \rho_A^5 = 0.5474^5 = 0.04915$$

2. PROBLEMA (3 puntos) Una empresa informática cuenta con **7** empleados. **5** de estos empleados son programadores junior (graduados en informática), pues han cursado una carrera de 240 créditos ECTS, mientras que **2** de ellos son jefes de proyecto, ya que han cursado al menos 300 créditos ECTS, el equivalente a un ingeniero superior (grado + máster). Los jefes de proyecto se encargan de resolver dudas de los programadores junior durante el trabajo. En promedio, cada programador junior tiene una duda cada **5** horas, y se estima que en promedio un jefe de proyecto tarda **30 minutos** en resolverla. Cada jefe de proyecto solo puede atender una duda a la vez, teniendo que esperar un programador junior (por orden de llegada, considerando la cola de espera de tamaño infinito) si los 2 jefes de proyecto están ocupados resolviendo dudas previas de otros programadores junior. Considerar todos los tiempos distribuidos de forma exponencial, y despreciable el tiempo que pasa desde que un programador junior tiene una duda hasta que consulta a los jefes de proyecto.

2.1 (0.5 puntos) Justificar el uso de un modelo de colas para analizar el sistema descrito.



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos..... Nombre.....
 Ejercicio del día **24 de mayo de 2018**.....

El sistema sería M/M/2/Inf/5 debido a que todos los tiempos están distribuidos de forma exponencial, el tamaño de la cola se puede considerar infinito, hay 2 servidores (los dos jefes de proyecto) y el número de clientes es finito e igual a 5 (los 5 programadores junior).

2.2 (2 puntos) Calcular el tiempo medio en horas que tarda en ser resuelta la duda de un programador junior.

$$\mu = \frac{1}{0.5} = 2 \text{ hora}^{-1}$$

$$\lambda = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ hora}^{-1}$$

$$p_0 = \left[\frac{5!}{0!5!} 0.1^0 + \frac{5!}{1!4!} 0.1^1 + \frac{5!}{2!3!2^0} 0.1^2 + \frac{5!}{2!2!2^1} 0.1^3 + \frac{5!}{2!1!2^2} 0.1^4 + \frac{5!}{2!0!2^3} 0.1^5 \right]^{-1}$$

$$p_0 = [1 + 0.5 + 0.1 + 0.015 + 0.0015 + 0.0000375]^{-1} = 0.6186$$

$$p_1 = \frac{p_0 5!}{1!4!} 0.1 = p_0 0.5 = 0.3093$$

$$\rho = 1 - p_0 - p_1 0.5 = 1 - 0.6186 - 0.1547 = 0.2268$$

$$L = M - \frac{c\mu\rho}{\lambda} = 5 - 2 \cdot 2 \cdot \frac{0.2268}{0.2} = 0.465 \text{ clientes}$$

$$W = \frac{L}{\lambda'} = \frac{L}{c\mu\rho} = \frac{0.465}{2 \cdot 2 \cdot 0.2268} = 0.5127 \text{ horas}$$

2.3 (0.5 punto) Calcular el número medio de programadores junior en cola de espera para atender sus dudas.

$$L_q = \lambda' W_q = \lambda' (W - E[S]) = 2 \cdot 2 \cdot 0.2268 (0.5127 - 0.5) = 0.0115 \text{ clientes}$$



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
Apellidos Nombre.....
Ejercicio del día **24 de mayo de 2018**.....



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **24 de mayo de 2018**.....

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

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

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

$$\rho = 1 - p_0$$

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

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 **24 de mayo de 2018** Parte III - Teoría.....

1.1 (1,25)	1.1 (1,25)	1.1 (1,25)	1.1 (1,25)	Total Parte III Teoría (5)

PARTE III

TEORIA

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). 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



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
 Apellidos Nombre.....
 Ejercicio del día **24 de mayo de 2018. Parte III. - Teoría**.....

1.3. (1.25 puntos). ¿Para qué se utiliza el protocolo *Open Shortest Path First* (OSPF)? ¿Para qué se utilizan los mensajes OSPF Hello y LSA (*Link State Advertisements*)?

1.4. (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



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II**

Grupo.....

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

Ejercicio del día **24 de mayo de 2018**.....

2 (4.5)	3 (0.5)	Total Parte III Problemas (5)

PARTE III

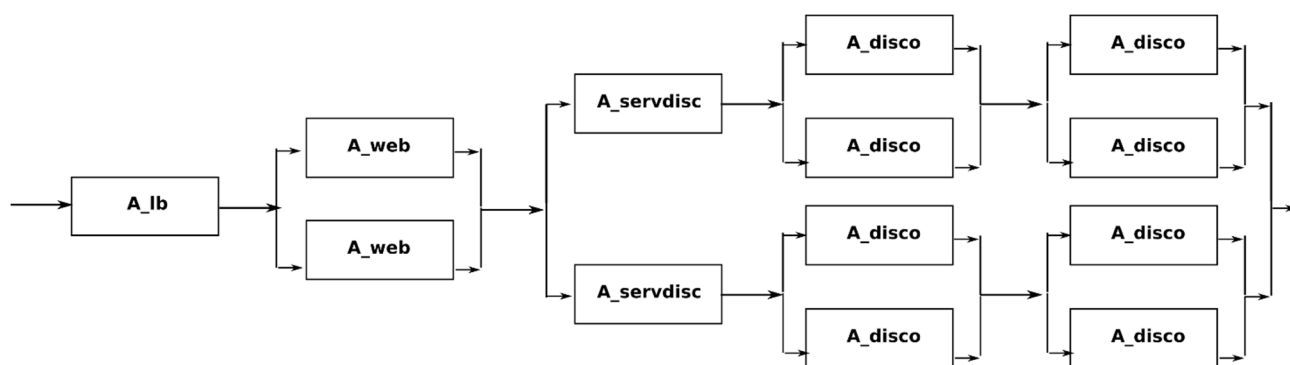
(33,33% de la nota del examen)

PROBLEMAS

2. PROBLEMA (4 puntos). Una empresa tiene un centro de procesamiento de datos (CPD) que incluye un balanceador de carga, dos servidores web y dos servidores de disco. Cada servidor de disco cuenta con **4 discos físicos** configurados en **RAID-10 (stripped mirrors)**. Para que el servicio prestado a los clientes esté operativo, debe funcionar al menos el balanceador de carga, alguno de los servidores web, y alguno de los servidores de disco, lo que incluye tanto el propio servidor de disco (hardware) como el espacio de almacenamiento gestionado por el sistema RAID-10 en dicho servidor.

2.1 (1 punto) Dibujar el diagrama de disponibilidad del sistema mostrando claramente las componentes que están en serie y las que están en paralelo.

Hay que tener en cuenta que los servidores web están replicados así como los servidores de disco. El sistema Raid-10 es striped mirrors, lo que significa que la información está replicada, y luego segmentada.



2.2 (1 punto). Teniendo en cuenta que el tiempo medio hasta el fallo de un balanceador de carga es de **2500** horas, el de un servidor web es de **3000** horas, el de un servidor de disco es de **2000** horas, y el de un disco físico es de **500** horas, se pide calcular la disponibilidad total del sistema. Considerar que la empresa tiene contratado un servicio de mantenimiento que es capaz de reparar cualquier equipo o disco dañado en 24 horas en promedio. Suponer fallos independientes. **Usar 4 decimales en los cálculos.**

Calculamos la disponibilidad de cada componente:

$$A_{lb} = \frac{2500}{2500 + 24} = 0.9905$$



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II**

Grupo.....

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

Ejercicio del día **24 de mayo de 2018**.....

$$A_{web} = \frac{3000}{3000 + 24} = 0.9921$$

$$A_{serv_disc} = \frac{2000}{2000 + 24} = 0.9881$$

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

Calculamos la disponibilidad total de un servidor de disco:

$$A_{tot_disc} = A_{serv_disc} [1 - (1 - A_{disc})^2] = 0.9881 \cdot 0.997 = 0.9851$$

Calculamos la disponibilidad total del sistema:

$$A_{tot} = A_{lb} \cdot [1 - (1 - A_{web})^2] \cdot [1 - (1 - A_{tot_disc})^2] = 0.9905 \cdot 0.9999 \cdot 0.9997 = 0.9901$$

2.3 (0.25 puntos) Identifica los puntos simples de fallo (SPOF) del sistema.

Hay un punto simple de fallo (SPOF) que es el balanceador de carga, pues es la única componente no replicada.

2.4 (1 puntos) Tras un tiempo en funcionamiento se ha detectado que el espacio de almacenamiento disponible en los servidores de disco resulta insuficiente y se requiere más espacio de almacenamiento en la práctica. Utilizando las componentes descritas anteriormente propón una solución que aumente dicho espacio **al máximo**, pero tolere el fallo de un único disco en cada servidor. Si cada disco tiene 100 TB de capacidad, indica la ganancia en espacio de almacenamiento conseguida en cada servidor.

La solución que más incrementaría el espacio de almacenamiento teniendo tolerancia a fallos de un único disco sería pasar de Raid-10 a Raid-5. Bajo esta configuración pasaríamos de 200 TB de espacio de almacenamiento, a 300 TB. El cuarto disco almacenaría información de paridad que permitiría recuperarse frente al fallo de un único disco.

2.5 (0.75 puntos) Calcula la nueva disponibilidad total del sistema bajo esta configuración. **Usar 4 decimales en los cálculos.**

La nueva configuración cambiaría la disponibilidad de los discos. En este caso solo habría fallo al fallar 2 o más discos. La probabilidad de fallo es por lo tanto:

$$P_{fallo} = 1 - P_{nofallo}$$

$$P_{nofallo} = A_{disc}^4 + 4 \cdot A_{disc}^3 (1 - A_{disc}) = 0.9542^4 + 4 \cdot 0.9542^3 (1 - 0.9542) = 0.9882$$

Pues hay que tener en cuenta que puede fallar cualquiera de los 4 discos y el sistema seguirá funcionando.

$$A_{tot_disc} = A_{serv_disc} P_{nofallo} = 0.9881 \cdot 0.9882 = 0.974$$

$$A_{tot} = A_{lb} \cdot [1 - (1 - A_{web})^2] \cdot [1 - (1 - A_{tot_{disc}})^2] = 0.9905 \cdot 0.9999 \cdot 0.9994 = 0.9898$$

2.5 (0.5 puntos) Teniendo en cuenta que los dos servidores de disco se encuentran en el mismo CPD y están conectados a la misma SAN (Storage Area Network) a través de enlaces de fibra óptica, indica qué tipo de copia se podría utilizar para mantener la información consistente entre ambos servidores de disco.

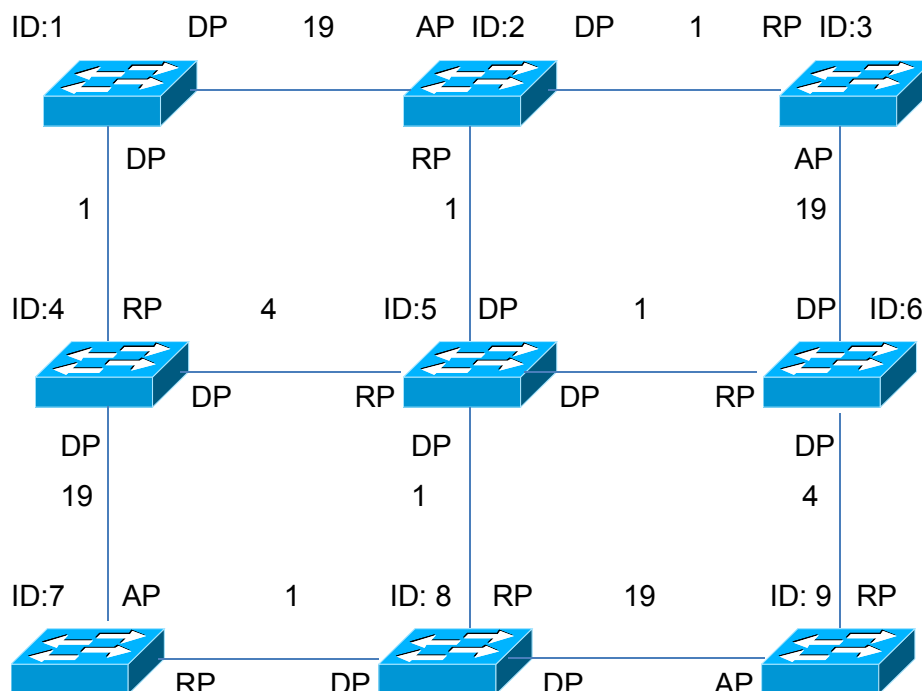
Al haber disponible enlaces de alta velocidad entre ambos servidores de disco lo más adecuado sería utilizar la copia síncrona de la información que protege frente a fallos en uno de los servidores de disco.

3. PROBLEMA (0.5 puntos).

3.1 (0.5 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 sería el que tiene ID = 1.





Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....
Apellidos Nombre.....
Ejercicio del día **24 de mayo de 2018**.....