

Boletín 1 de Ejercicios de Enxeñería de Computadores

1. Tenemos un rack de 42U. Queremos poner el mayor número de servidores posibles con 4 discos duros cada uno. Tenemos 2 opciones:

- Servidores en formato rack de 1U con capacidad para 4 discos duros.
- Servidores en formato blade con capacidad para 2 discos duros.

El chasis de blades permite incluir 14 servidores en una altura de 9U.

Para completar el número de discos de los blades disponemos además de módulos de discos duros con capacidad para 14 discos en una altura de 3U.

¿Con qué opción podremos introducir el mayor número de servidores? ¿Cuál es el número máximo de servidores en formato blade con esa configuración que se pueden incluir en el rack?

2. El consumo por servidor rack del ejercicio anterior es de 313 W. Calcular el consumo por servidor blade equivalente si tenemos los siguientes datos:

- Chasis con 14 blades consume 3248W
- Módulo con 14 discos 404 W

El KWh cuesta 0.12 euros. ¿Cuánto es el gasto en electricidad al día para cada tipo de servidor?

3. Calcular el MTBF de un sistema *Cable – Switch – Cable*.

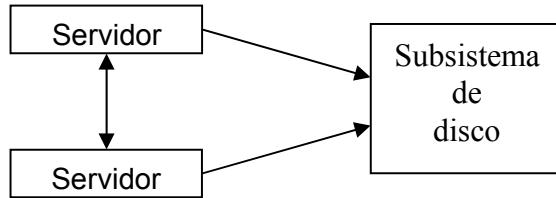
- MTBF cable = 100.000 horas
- MTBF switch = 50.000 horas.

¿Es menor el MTBF del sistema que el de algún componente individual? ¿Tiene esto sentido?

Ayuda: En un sistema de varios componentes (sin redundancia), el inverso del MTBF del sistema completo se calcula como la suma de los inversos de los MTBF de los componentes.

4. Sea el siguiente sistema con servidores clusterizados (redundantes):

- MTBF servidor = 200 horas
- MTBF cables Fibre Channel = 100,000 horas
- MTBF Subsistema de Discos = 20,000 horas



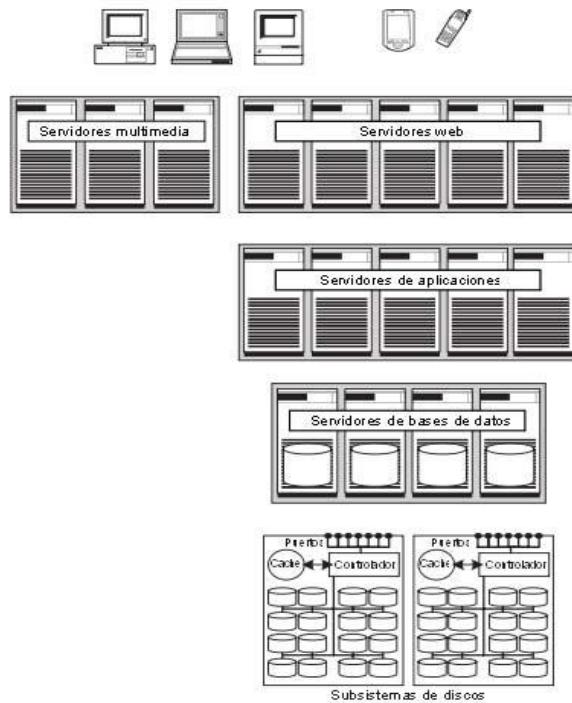
- a) Obtén que componentes tienen que fallar para que falle todo el sistema
- b) De acuerdo con el modelo anterior obtén el MTBF del sistema

Ayuda: Vamos a aproximar el MTBF de un subsistema redundante como la suma de los MTBF de los componentes. Para los elementos no redundantes se aplica la fórmula del ejercicio anterior.

5. Supongamos conjuntos de 3, 4, 5, 6, 7 y 8 discos. ¿Cuál es el porcentaje de espacio útil en cada caso si se utilizan para implementar RAID 5? ¿Y si se implementa RAID 6?
6. Supongamos conjuntos de 3, 4, 5, 6, 7 y 8 discos, configurados como JBOD. Suponiendo que el MTBF es de 150,000 horas, ¿cuál es el MTBF de cada JBOD?
7. Supongamos conjuntos de 3, 4, 5, 6, 7 y 8 discos. Con cada uno de los conjuntos se implementa un RAID 5. Suponiendo que el MTBF es de 150,000 horas, ¿cuál es el MTBF del RAID? Suponer que la probabilidad de fallo de cada disco es independiente, de tal forma que, tras fallar 1 disco, los restantes se comportan como si su MTBF partiese de cero. Suponer también que no hay regeneración del disco que ha fallado.
8. Supongamos el caso anterior. Pero ahora la probabilidad de fallo de los discos es tal que, tras fallar 1 disco, los restantes se comportan como si su MTBF estuviese corriendo desde que se constituyó el RAID original.
9. Repetir los 2 ejercicios anteriores si se implementa RAID 6.
10. Es posible combinar distintos niveles de RAID. Como ejemplo, RAID 0 y RAID 1 se pueden combinar creando RAID 10 o RAID 0+1. De igual manera, es posible combinar RAID 0 y RAID 5. Dibujar las 2 posibles variantes teniendo en cuenta que: para RAID 0 se utilizarán 3 volúmenes y que para RAID 5 se utilizarán 3+1 volúmenes. Mostrar cómo se reparte la información entre los discos físicos suponiendo bloques llamados: A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q y R.
11. Disponemos de 6 switches FC de 8+8 puertos cada uno. Construir con ellos un árbol del tipo fat-tree. ¿Cuántos dispositivos podemos conectar mediante la red resultante? ¿Puede haber bloqueo en la red (*entendemos que hay bloqueo si conexiones entre dos pares de puertos deben compartir link*)? ¿Hay implementada suficiente redundancia?

12. Con los switches del ejercicio anterior construir un árbol del tipo skinny-tree que permita conectar el doble de dispositivos que en el ejercicio anterior. ¿Puede haber bloqueo en la red? ¿Hay implementada suficiente redundancia?
13. Tenemos switches de 8+8 puertos, y los utilizaremos para conectar entre si a 20 servidores con 2 HBAs cada uno y 4 SSdeDisco con 8 puertos cada uno. ¿Cómo haríamos para conectarlos si los switches están conectados en anillo? ¿Cuántos switches necesitaríamos como mínimo? Tener en cuenta que las conexiones entre switches ocupan puertos y que han de ser redundantes.
14. Repetir el ejercicio anterior, pero conectando los switches en forma de fat-tree con 3 niveles de switches.
15. Una red de almacenamiento (SAN) que debe dar servicio a 4 servidores y 4 SSdeDisco. Implementarla de forma que haya redundancia a nivel de conexiones. A continuación, añadir redundancia a nivel de switch. Finalmente, añadir redundancia a nivel de SAN. Indica que topología de red has usado.
16. Dibujar una infraestructura compuesta de un cierto número de servidores de cálculo, un servidor de ficheros y una SAN. Hacerlo de tal forma que todos los servidores de cálculo puedan acceder a la SAN y al servidor de ficheros y que éste último tome sus datos de la misma SAN.

17. En la siguiente figura se muestra una típica arquitectura de servidores de internet en 5 niveles: desde los usuarios al almacenamiento. Se han omitido las redes que los mantienen unidos. Tratar de reconstruir la red teniendo en cuenta que los distintos niveles se conectan entre ellos y que ninguno de los servidores dispone de una cantidad de almacenamiento significativa aparte de la que pueda obtener de los niveles inferiores y de los SSdD.



1. Tenemos un rack de 42U. Queremos poner el mayor número de servidores posibles con 4 discos duros cada uno. Tenemos 2 opciones:

- Servidores en formato rack de 1U con capacidad para 4 discos duros.
- Servidores en formato blade con capacidad para 2 discos duros.

El chasis de blades permite incluir 14 servidores en una altura de 9U.

Para completar el número de discos de los blades disponemos además de módulos de discos duros con capacidad para 14 discos en una altura de 3U.

¿Con qué opción podremos introducir el mayor número de servidores? ¿Cuál es el número máximo de servidores en formato blade con esa configuración que se pueden incluir en el rack?

Servidores con 4 discos duros

1º \rightarrow Rack 42U \equiv 42 servidores de 1U con capacidad para 4 discos

2º \rightarrow Blade 14 servidores \rightarrow Cada uno 2 discos | \Rightarrow
④ 2 módulos discos duros 14 discos \equiv 28 discos

\Rightarrow 14 servidores de 4 discos \rightarrow CABEN 2 //

SOBRA: $42U - 2 \cdot (9U - 2 \cdot 3U) = \underline{\underline{12U}}$

Solo 7 discos (ya que solo cabe 1 módulo de discos)

12U \rightarrow 1 Blade 14 servidores \rightarrow (cada uno 2 discos) | \Rightarrow
④ 1 módulo discos duros \equiv 14 discos

\Rightarrow 7 servidores de 4 discos

↳ Blades \rightarrow $14 \cdot 2 + 7 = 35$ servidores

\Rightarrow Caben más en formato RACK //

2. El consumo por servidor rack del ejercicio anterior es de 313 W. Calcular el consumo por servidor blade equivalente si tenemos los siguientes datos:

- Chasis con 14 blades consume 3248W
- Módulo con 14 discos 404 W

El KWh cuesta 0.12 euros. ¿Cuánto es el gasto en electricidad al día para cada tipo de servidor?

Servidor rack \rightarrow 313 W

Chasis con 14 blades \rightarrow 3248 W

Módulo con 14 discos \rightarrow 404 W

$$\text{Rack: } \frac{313 \text{ W}}{1 \text{ servidor}} \cdot \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \cdot 0,12 \frac{\text{€}}{\text{KWh}} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} = 0,90 \text{ € / día} \text{ cada servidor rack.}$$

$$\text{Blade: } \frac{3248 \text{ W}}{14 \text{ blades}} = 232 \text{ W / 1 servidor}$$

$$\frac{404 \text{ W}}{7 \text{ discos}} \cdot \frac{14 \text{ discos}}{7 \text{ servidores}} = 57,71 \text{ W / servidor}$$

$$\left(232 + 57,71 \right) \frac{\text{W}}{1 \text{ servidor}} \cdot \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \cdot 0,12 \frac{\text{€}}{\text{KWh}} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} = 0,83 \text{ € / día cada servidor blade}$$

5. Supongamos conjuntos de 3, 4, 5, 6, 7 y 8 discos. ¿Cuál es el porcentaje de espacio útil en cada caso si se utilizan para implementar RAID 5? ¿Y si se implementa RAID 6?

Raid 5 :
$$\left\{ \begin{array}{l} 3 \rightarrow \frac{2}{3} = 66\% , 4 \rightarrow \frac{3}{4} = 75\% , 5 \rightarrow \frac{4}{5} = 80\% \\ \downarrow \\ 6 \rightarrow \frac{5}{6} = 83\% , 7 \rightarrow \frac{6}{7} = 85\% , 8 \rightarrow \frac{7}{8} = 87\% \end{array} \right.$$

 \equiv Raid 3 ,

1 disco con datos de paridad

\Rightarrow Mínimo 3 discos

Raid 6 :
$$\left\{ \begin{array}{l} 3 \rightarrow \text{NO SE PUEDE} , 4 \rightarrow \frac{2}{4} = 50\% , 5 \rightarrow \frac{3}{5} = 60\% \\ \downarrow \\ 6 \rightarrow \frac{4}{6} = 66,6\% , 7 \rightarrow \frac{5}{7} = 71\% , 8 \rightarrow \frac{6}{8} = 75\% \end{array} \right.$$

2 discos de paridad

\Rightarrow Mínimo 4 discos

(sino no se pueden hacer las cuentas de paridad)

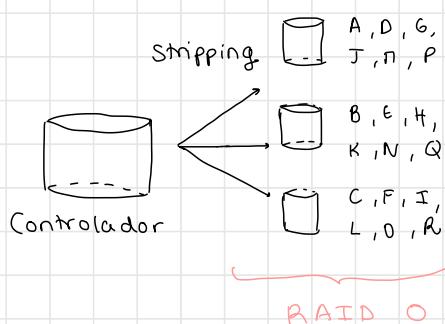
10. Es posible combinar distintos niveles de RAID. Como ejemplo, RAID 0 y RAID 1 se pueden combinar creando RAID 10 o RAID 0+1. De igual manera, es posible combinar RAID 0 y RAID 5. Dibujar las 2 posibles variantes teniendo en cuenta que: para RAID 0 se utilizarán 3 volúmenes y que para RAID 5 se utilizarán 3+1 volúmenes. Mostrar cómo se reparte la información entre los discos físicos suponiendo bloques llamados: A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q y R.

Raid 0 \rightarrow 3 volúmenes

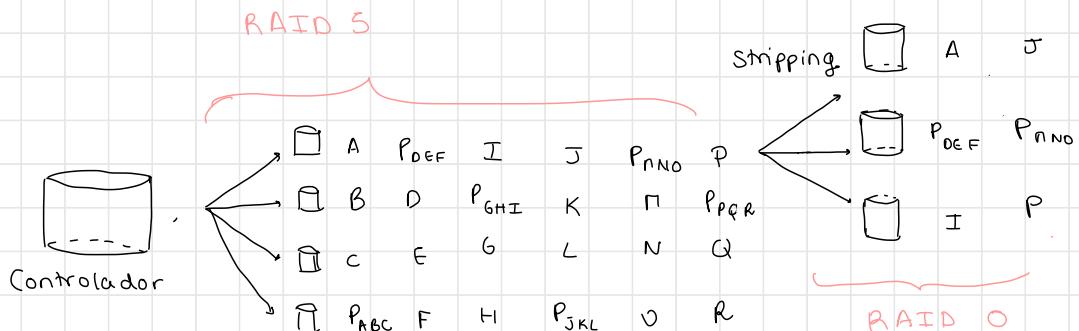
Raid 5 \rightarrow 3 + 1 volúmenes

RAID 5 (Paridades distribuidas)

Raid 50 :



Raid 0+5



3. Calcular el MTBF de un sistema Cable - Switch - Cable.

- MTBF cable = 100.000 horas
- MTBF switch = 50.000 horas.

¿Es menor el MTBF del sistema que el de algún componente individual? ¿Tiene esto sentido?

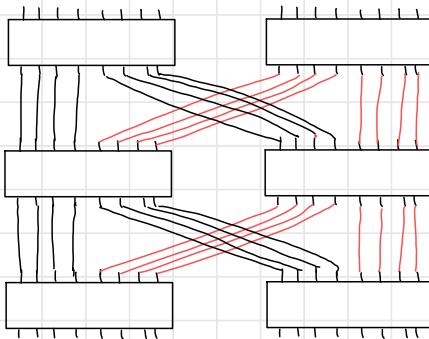
Ayuda: En un sistema de varios componentes (sin redundancia), el inverso del MTBF del sistema completo se calcula como la suma de los inversos de los MTBF de los componentes.

$$\frac{1}{\text{MTBF}_{\text{sistema}}} = \frac{2}{\text{MTBF}_{\text{cable}}} + \frac{1}{\text{MTBF}_{\text{switch}}}$$

$$\text{MTBF}_{\text{sistema}} = \frac{1}{\frac{2}{100\ 000} + \frac{1}{50\ 000}} = 25\ 000 \text{ h}$$

Es menor el MTBF del sistema que el de cada componente individual ya que al haber varios componentes es más probable que falle uno de ellos, entonces se reduce el MTBF.

11. Disponemos de 6 switches FC de 8+8 puertos cada uno. Construir con ellos un árbol del tipo fat-tree. ¿Cuántos dispositivos podemos conectar mediante la red resultante? ¿Puede haber bloqueo en la red (entendemos que *hay bloqueo si conexiones entre dos pares de puertos deben compartir link*)? ¿Hay implementada suficiente redundancia?



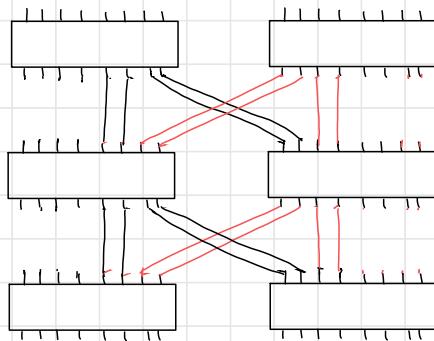
Podemos conectar (8×4) 32 dispositivos (switches externos).

No hay bloqueo en la red ya que hay conexión para todos los puertos (en caso de fallar un cable podría haber).

Si que hay implementada suficiente redundancia, ya que si falla un switch intermedio aún se tendrá el otro.

12. Con los switches del ejercicio anterior construir un árbol del tipo skinny-tree que permite conectar el doble de dispositivos que en el ejercicio anterior. ¿Puede haber bloqueo en la red? ¿Hay implementada suficiente redundancia?

Permitir conectar 64 dispositivos



Si que puede haber bloqueo en la red ya que no hay tantas conexiones como puentes.

No hay tanta redundancia como en el fat tree a nivel de cable (hay menos cables). A nivel de switch hay algo de redundancia ya que al perder un switch intermedio las conexiones externas no se pierden (aunque al perder cualquier switch se van a perder dispositivos).

13. Tenemos switches de 8+8 puertos, y los utilizaremos para conectar entre si a 20 servidores con 2 HBAs cada uno y 4 SSDs de Disco con 8 puertos cada uno. ¿Cómo haríamos para conectarlos si los switches están conectados en anillo? ¿Cuántos switches necesitaríamos como mínimo? Tener en cuenta que las conexiones entre switches ocupan puertos y que han de ser redundantes.

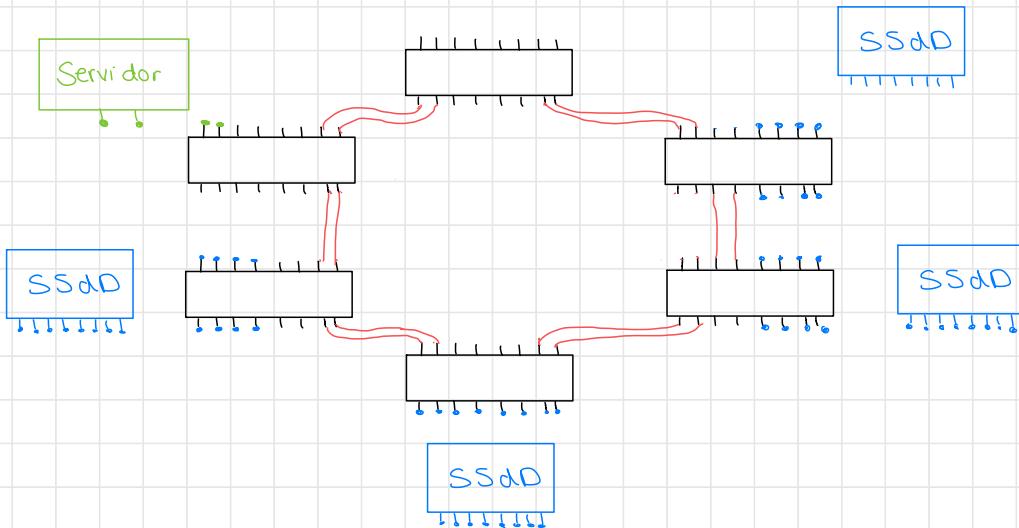
20 servidores con 2 HBAs \Rightarrow 40 conexiones

4 SSDs de Disco con 8 puertos cada uno \Rightarrow 32 conexiones

\Rightarrow 72 conexiones en total

1 switch tiene 8+8 puertos - 4 para conexiones entre switches = 12

72 conexiones / 12 puertos cada switch = 6 switches



(*) Para aumentar la redundancia estaría bien conectar cada puerto del servidor a distintos switches (igual con los SSDs).

14. Repetir el ejercicio anterior, pero conectando los switches en forma de fat-tree con 3 niveles de switches.

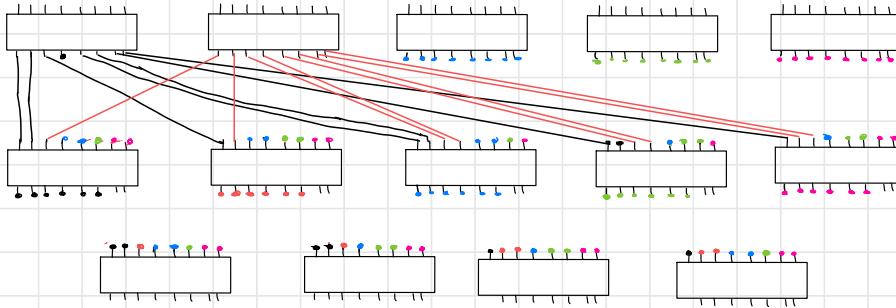
40 conexiones para servidores (arriba)

(40/8 \rightarrow 5)

32 conexiones para SSdeDisco (abajo)

(32/8 \rightarrow 4)

40 conexiones para servidores



32 conexiones para SSdeDisco

Cada switch de arriba se conecta con todos los de la capa intermedia. Cada uno tiene 2 conexiones con 3 switches y una conexión con 2 switch.

Cada switch de la capa intermedia se conecta con todos los de la tercera capa. Cada uno tiene 2 conexiones con 2 switches y una con los otros dos (para que cada switch de abajo se conecte con todos los de arriba)

(*) Se puede poner otro abajo

15. Una red de almacenamiento (SAN) que debe dar servicio a 4 servidores y 4 SSdeDisco. Implementarla de forma que haya redundancia a nivel de conexiones. A continuación, añadir redundancia a nivel de switch. Finalmente, añadir redundancia a nivel de SAN. Indica que topología de red has usado.

(*) En malla (conexión entre switches)