

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 784**

51 Int. Cl.:

G06F 3/06 (2006.01)

G06F 11/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.11.2013** **PCT/CN2013/087229**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.01.2015** **WO15010394**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2013** **E 13878530 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2016** **EP 2849048**

54 Título: **Método de envío de datos, método de recepción de datos y dispositivo de almacenamiento**

30 Prioridad:

26.07.2013 WO PCT/CN2013/080203

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.05.2017

73 Titular/es:

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building, Bantian,
Longgang District
Shenzhen, Guangdong 518129, CN

72 Inventor/es:

OUYANG, JI y
ZOU, YE

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 610 784 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de envío de datos, método de recepción de datos y dispositivo de almacenamiento.

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a tecnologías de almacenamiento, y en particular, a un método de envío de datos, un método de recepción de datos y un dispositivo de almacenamiento.

Antecedentes

10 La recuperación de datos ante desastres, conocida también como tecnologías de replicación de datos a distancia, se refiere a la configuración de un sistema de datos no locales que es una replicación disponible de datos locales. Cuando se produce un desastre en datos locales o en la totalidad de un sistema de aplicaciones, al menos una copia disponible de datos de servicios esenciales del sistema se almacena no localmente.

15 Un sistema de recuperación de datos ante desastres típico incluye un centro de producción y un centro de recuperación ante desastres. En el centro de producción, se despliegan servidores y una matriz de almacenamiento para el funcionamiento normal de los servicios; y en el centro de recuperación ante desastres, se despliegan servidores y una matriz de almacenamiento para asumir los servicios del centro de producción cuando se produce un desastre en dicho centro. La matriz de almacenamiento bien del centro de producción o del centro de recuperación ante desastres incluye múltiples volúmenes de datos, y un volumen de datos es un espacio de almacenamiento lógico que se forma asignando espacio de almacenamiento físico. Después de que los datos generados por los servicios en el centro de producción se hayan escrito en la matriz de producción, los datos pueden replicarse al centro de recuperación ante desastres usando un enlace de recuperación ante desastres y escribirse en la matriz de recuperación ante desastres. Para que los datos del centro de recuperación ante desastres puedan asumir la prestación de los servicios tras producirse un desastre, debe garantizarse la coherencia de los datos replicados en la matriz de recuperación ante desastres. La garantía de la coherencia de los datos reposa en solicitudes de datos de escritura basados en dependencias, en donde es preciso garantizar la dependencia. Todas las aplicaciones, los sistemas operativos y las bases de datos dependen por su propia naturaleza de la lógica de esta dependencia de solicitudes de datos de escritura para el funcionamiento de sus servicios. Por ejemplo, datos de escritura no ejecutados hasta que la solicitud de datos de escritura 1 está completada. La orden está confirmada. Es decir, el sistema no emitirá la solicitud de datos de escritura 2 hasta que se asegure que la solicitud de datos de escritura 1 se ha devuelto con éxito y de forma completa. De este modo, los servicios pueden restaurarse en función de un método inherente cuando un proceso de ejecución se interrumpe debido a un fallo. De otro modo, es posible que, por ejemplo, cuando se leen datos, los datos almacenados por la solicitud de datos de escritura 2 puedan leerse mientras que los datos almacenados por la solicitud de datos de escritura 1 no puedan leerse, y como resultado de ello, no puedan restaurarse los servicios.

35 En la técnica anterior, se utiliza una tecnología de instantánea para solucionar el problema. Una instantánea es una imagen de datos en un instante dado (instante en que se inicia el copiado). El propósito de una instantánea es crear una vista de estado para un volumen de datos en un instante específico. Desde esta vista, sólo pueden visualizarse los datos del volumen de datos en el momento de la creación mientras que las modificaciones (nuevos datos escritos) del volumen de datos después de ese instante no se reflejarán en la vista de instantánea. Utilizando esta vista de instantánea, puede llevarse a cabo la replicación de los datos. Para el centro de producción, los datos de instantánea son «estáticos». Por consiguiente, el centro de producción puede replicar datos de instantánea al centro de recuperación ante desastres tras haber tomado una instantánea de datos en cada instante. Esto no sólo implementa la replicación de datos a distancia sino que no afectará a la ejecución de una solicitud de datos de escritura posterior en el centro de producción. Respecto del centro de recuperación ante desastres, puede satisfacerse también el requisito de la coherencia de los datos. Por ejemplo, cuando los datos de la solicitud de datos de escritura 2 se replican al centro de recuperación ante desastres con éxito mientras que los datos de la solicitud de datos de escritura 1 no se replican con éxito, pueden usarse los datos de instantánea antes de la solicitud de datos de escritura 2 para restaurar los datos en el centro de recuperación ante desastres a un estado anterior.

50 Puesto que el centro de producción necesita procesar una instantánea al ejecutar una solicitud de datos de escritura, y almacenar los datos de instantánea generados en un volumen de datos dedicado al almacenamiento de datos de instantánea, cuando el centro de producción replica los datos de almacenamiento de instantánea al centro de recuperación ante desastres, es necesario leer los datos de instantánea almacenados en el volumen de datos en una memoria caché y luego enviar los datos de instantánea al centro de recuperación ante desastres. Los datos usados para generar los datos de instantánea, no obstante, existen todavía posiblemente en la memoria caché pero no pueden utilizarse adecuadamente. Cada replicación requiere leer los datos de instantánea desde el volumen de datos, lo que da como resultado una replicación de datos larga y baja eficiencia.

El documento CN102306115A describe un método de replicación remota asíncrona. El método comprende las siguientes etapas: después de que un centro de producción recibe una solicitud de escritura de un servidor, etiquetar con un número de período la solicitud de escritura según el número de período actual; escribir la solicitud etiquetada

con el número de período en un servidor de replicación remoto local LUN y etiquetar con un número de secuencia la solicitud de escritura etiquetada con el número de período de acuerdo con una secuencia de escritura de la solicitud de escritura en el servidor de replicación remoto LUN; y enviar la solicitud de escritura etiquetada con el número de período y el número de secuencia a un centro de recuperación ante desastres.

5 El documento CN101751230A describe un dispositivo y un método de calibración de una indicación de hora de datos de entrada y salida, en el que en un dispositivo de memoria a gran escala, se utiliza un método integrado para calibrar una indicación de hora de datos de entrada y salida de un controlador de matriz de discos; y durante el proceso de calibración de la indicación de hora, todos los datos de entrada y salida pasan a través de una placa de conmutación de memoria caché de alta velocidad para calibrar la indicación de hora.

10 La patente europea EP1624376A describe una disposición de copiado de datos a distancia para replicar escrituras de datos de servidores emitidas a un primer sistema de almacenamiento de datos a un segundo sistema de almacenamiento remoto, en el que la coherencia de los datos se asegura llevando a cabo solicitudes de escritura al segundo sistema de almacenamiento mientras se mantiene la secuencia de solicitud de escritura de servidor original asociando cada solicitud de escritura con un número de actualización secuencial.

15 Compendio

La presente invención proporciona un método de envío de datos por el cual la información transportada en una solicitud de datos de escritura puede enviarse a un segundo dispositivo de almacenamiento directamente desde una memoria caché de un primer dispositivo de almacenamiento, lo que aumenta la eficiencia de la replicación de datos.

La presente invención está definida en las reivindicaciones independientes adjuntas 1 y 5.

20 En la presente invención, después de que un primer dispositivo de almacenamiento recibe una solicitud de datos de escritura enviada por un servidor, donde la información transportada en la solicitud de datos de escritura incluye datos que han de escribirse e información de dirección, el primer dispositivo de almacenamiento añade un primer número a los datos que han de escribirse y a la información de dirección y escribe la información en la memoria caché, donde el primer número es un número de período de tiempo actual. Cuando se desencadena una tarea de replicación, el primer dispositivo de almacenamiento lee los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondientes al primer número de la memoria caché y envía la información al segundo dispositivo de almacenamiento. Además, cuando se desencadena una tarea de replicación, el primer dispositivo de almacenamiento modifica el número del período de tiempo actual, de modo que el primer dispositivo de almacenamiento, cuando recibe una solicitud de datos de escritura subsiguientemente, añada el mismo número que el número de período de tiempo actual modificado a la información transportada en la solicitud de datos de escritura. Por lo tanto, en la memoria caché, la información transportada en una solicitud de datos de escritura que ha de enviarse al segundo dispositivo de almacenamiento se distingue de la información transportada en una solicitud de datos de escritura recibida por el primer dispositivo de almacenamiento. Esto ejecuta un envío directo de la información transportada en una solicitud de datos de escritura desde la memoria caché al segundo dispositivo de almacenamiento. Puesto que la información se envía directamente desde la memoria caché sin necesidad de leerla desde un volumen de datos, el tiempo de replicación de datos es corto, lo que incrementa la eficiencia de la replicación de datos.

Breve descripción de los dibujos

40 Con el fin de ilustrar con mayor claridad las soluciones técnicas de la presente invención, se adjuntan dibujos que describen realizaciones de la presente invención o la técnica anterior. Aparentemente, los dibujos que acompañan la siguiente descripción muestran sólo algunas realizaciones de la presente invención.

La Figura 1 es un diagrama esquemático de arquitectura de red de aplicaciones de un método de envío de datos según una realización de la presente invención;

La Figura 2 es un diagrama de flujo de un método de envío de datos según una realización de la presente invención;

45 La Figura 3 es un diagrama de flujo de un método de envío de datos según una realización de la presente invención;

La Figura 4 es un diagrama de flujo de señalización de un método de envío de datos según una realización de la presente invención;

La Figura 5 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo de almacenamiento según una realización de la presente invención;

50 La Figura 6 es un diagrama estructural esquemático de otro dispositivo de almacenamiento según una realización de la presente invención;

La Figura 7 es un diagrama estructural esquemático de incluso otro dispositivo de almacenamiento según una realización de la presente invención;

La Figura 8 es un diagrama estructural esquemático de incluso otro dispositivo de almacenamiento según una realización de la presente invención;

La Figura 9 es un diagrama esquemático de otra arquitectura de red de aplicación de un método de envío de datos según una realización de la presente invención;

- 5 La Figura 10 es un diagrama de flujo de un método de replicación de datos según una realización de la presente invención;

La Figura 11 es un diagrama estructural esquemático de otro dispositivo de almacenamiento según una realización de la presente invención;

- 10 La Figura 12 es un diagrama estructural esquemático de incluso otro dispositivo de almacenamiento según una realización de la presente invención.

Descripción de las realizaciones

Para hacer más comprensibles los objetivos, las soluciones técnicas y las ventajas de la presente invención, lo siguiente describe de forma clara y completa las soluciones técnicas de la presente invención con referencia a los dibujos que acompañan las realizaciones de la presente invención.

- 15 Un método de envío de datos proporcionado en una realización de la presente invención puede implementarse en un dispositivo de almacenamiento. La Figura 1 es un diagrama esquemático de arquitectura de sistema de un método de envío de datos proporcionado en una realización de la presente invención. Tal y como se muestra en la Figura 1, un centro de producción incluye uno o más servidores de producción, un dispositivo de conexión y una matriz de producción (correspondiente a un primer dispositivo de almacenamiento en las siguientes realizaciones); y una
20 arquitectura de sistema de un centro de recuperación ante desastres es similar a la del centro de producción, e incluye servidores de recuperación ante desastres, un dispositivo de conexión y una matriz de recuperación ante desastres (correspondiente a un segundo dispositivo de almacenamiento en las siguientes realizaciones). En la realización de la presente invención, puede haber más de un centro de recuperación ante desastres. El centro de producción y el centro de recuperación ante desastres pueden transmitir datos por IP (protocolo de Internet (Internet Protocol)) o FC (canal de fibra (Fiber Channel)). Puede haber un centro de control entre el centro de producción y el
25 centro de recuperación ante desastres. El centro de control puede desplegarse en el centro de producción o en el centro de recuperación ante desastres, o bien desplegarse en un dispositivo de terceros entre el centro de producción y el centro de recuperación ante desastres. El centro de control está configurado para enviar una señal a la matriz de recuperación ante desastres cuando la matriz de producción tenga un fallo, de modo que la matriz de
30 recuperación ante desastres asuma las funciones de servidor de la matriz de producción.

Los servidores de producción y los servidores de recuperación ante desastres pueden ser cualquier dispositivo informático conocido en la técnica anterior, como servidores y ordenadores de sobremesa. Dentro de un servidor, hay instalado un sistema operativo y otras aplicaciones.

- 35 El dispositivo de conexión puede incluir cualquier interfaz conocida en la técnica anterior, entre un dispositivo de almacenamiento y un servidor, como un conmutador de fibra u otros conmutadores actualmente disponibles.

- La matriz de producción y la matriz de recuperación ante desastres pueden ser ambas un dispositivo de almacenamiento conocido en la técnica anterior, como puede ser una unidad de disco formada por una o más matrices redundantes de discos económicos (RAID, por sus siglas en inglés), una concatenación de discos (JBOD), y una o más unidades de disco interconectadas, como una biblioteca de cintas, o un dispositivo de almacenamiento
40 de cintas de una o más unidades de almacenamiento, donde la unidad o las unidades de disco interconectadas pertenecen a un dispositivo de almacenamiento de acceso directo (DASD, por sus siglas en inglés).

- El espacio de almacenamiento de la matriz de producción puede incluir múltiples volúmenes de datos. Un volumen de datos es un espacio de almacenamiento lógico formado mediante la asignación de espacio de almacenamiento físico. Por ejemplo, un volumen de datos puede ser un número de unidad lógica (LUN, por sus siglas en inglés), o un
45 sistema de archivos. En esta realización de la presente invención, la matriz de recuperación ante desastres tiene una estructura similar a la matriz de producción.

- En relación con la Figura 1, ésta ilustra un método de envío de datos según una realización de la presente invención. Esta realización de la presente invención se aplica en un primer dispositivo de almacenamiento, donde el primer dispositivo de almacenamiento incluye un controlador, una memoria caché (en adelante referida como memoria
50 caché) y un medio de almacenamiento. El controlador es un procesador del primer dispositivo de almacenamiento y está configurado para ejecutar órdenes de entrada y salida y otros servicios de datos. La memoria caché es una memoria situada entre el controlador y un disco duro, con menor capacidad pero mucha mayor velocidad que un disco duro. El medio de almacenamiento es una memoria primaria del primer dispositivo de almacenamiento, que generalmente es un medio de almacenamiento no volátil, como puede ser un disco magnético. En la realización de
55 la presente invención, se hace referencia a todo el espacio de almacenamiento físico incluido en el primer dispositivo de almacenamiento como el medio de almacenamiento. En particular, las siguientes etapas pueden ser ejecutadas

por el controlador en el primer dispositivo de almacenamiento.

Etapa E101: el primer dispositivo de almacenamiento recibe una primera solicitud de datos de escritura enviada por un servidor, donde la primera solicitud de datos de escritura transporta datos que han de escribirse e información de dirección.

- 5 La información de dirección puede incluir una dirección del bloque lógico (LBA, por sus siglas en inglés). Cuando el primer dispositivo de almacenamiento incluye múltiples volúmenes de datos, la información de dirección puede incluir además un identificador de un volumen de datos del primer dispositivo de almacenamiento.

10 Etapa E102: añadir un primer número a los datos que han de escribirse y a la información de dirección, y escribir los datos que han de escribirse y la información de dirección en la memoria caché, donde el primer número es un número de período de tiempo actual.

El primer dispositivo de almacenamiento puede incluir un gestor de número de período de tiempo actual, y el gestor de número de período de tiempo actual almacena el número de período de tiempo actual. El número de período de tiempo actual puede ser un valor numérico, como 0, 1 o 2, o una letra, como a, b o c, lo que no está limitado en la presente memoria.

- 15 Cuando se recibe la primera solicitud de datos de escritura, se añade un primer número a los datos que han de escribirse y a la información de dirección portada en la primera solicitud de datos de escritura, donde el primer número es un valor asignado por el número de período de tiempo actual.

20 Después de haberse añadido el primer número a la información transportada en la primera solicitud de datos de escritura, se escribe en la memoria caché la información modificada transportada en la primera solicitud de datos de escritura, de forma que los datos que han de escribirse, la información de dirección y el primer número que son transportados en la primera solicitud de datos de escritura se almacenen todos en la memoria caché.

25 Además, dentro de un período de tiempo, puede recibirse también otra solicitud de datos de escritura, y es necesario también añadir el primer número a la información transportada en la solicitud de datos de escritura y escribir la información en la memoria caché. Hay que observar que, antes de que cambie el número de período de tiempo actual, el primer número se añade a la información transportada en todas las solicitudes de datos de escritura.

Etapa E103: leer los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondiente al primer número desde la memoria caché.

30 Cuando se desencadena una tarea de replicación, el primer dispositivo de almacenamiento puede leer los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondientes al primer número desde la memoria caché. Es comprensible que haya múltiples piezas de datos que han de escribirse e información de dirección correspondientes al primer número.

35 Una tarea de replicación significa que el primer dispositivo de almacenamiento envía información transportada en solicitudes de datos de escritura recibidos por un volumen de datos dentro de un período de tiempo a un segundo dispositivo de almacenamiento, donde se añade un mismo número que el número de período de tiempo actual a la información transportada en todas las solicitudes de datos de escritura. Una tarea de replicación puede ser desencadenada por un temporizador o desencadenarse manualmente, lo cual no está limitado en la presente memoria. El propósito de la replicación es enviar los datos que han de escribirse transportados en solicitudes de datos de escritura que son recibidas por el primer dispositivo de almacenamiento al segundo dispositivo de almacenamiento, para que el segundo dispositivo de almacenamiento pueda asumir el trabajo del primer dispositivo de almacenamiento cuando éste tenga un fallo. Es comprensible que la información de dirección (como una LBA) transportada en la solicitud de datos de escritura necesite también enviarse al segundo dispositivo de almacenamiento, donde la LBA se usa para indicar una dirección en la que el segundo dispositivo de almacenamiento almacena los datos que han de escribirse. Puesto que el segundo dispositivo de almacenamiento tiene la misma estructura física que el primer dispositivo de almacenamiento, una LBA aplicable al primer dispositivo de almacenamiento es también aplicable al segundo dispositivo de almacenamiento.

En la realización de la presente invención, una tarea de replicación es específica de un volumen de datos del primer dispositivo de almacenamiento. Cuando el primer dispositivo de almacenamiento incluye múltiples volúmenes de datos, cada volumen de datos corresponde a una tarea de replicación.

50 Etapa E104: modificar el número de período de tiempo actual para identificar la información transportada en una solicitud de datos de escritura subsiguiente.

55 Cuando se desencadena una tarea de replicación, el gestor del número de período de tiempo actual necesita modificar el número de período de tiempo actual. Cuando se recibe una solicitud de datos de escritura subsiguiente, es preciso añadir otro número a la información transportada en la solicitud de datos de escritura subsiguiente, donde ese otro número es un valor asignado por el número de período de tiempo actual modificado. Por lo tanto, en la memoria caché, la información transportada en una solicitud de datos de escritura que ha de enviarse al segundo

dispositivo de almacenamiento puede distinguirse de la información transportada en una solicitud de datos de escritura que recibe el primer dispositivo de almacenamiento.

Debe señalarse que la etapa E103 y la etapa E104 no están sujetas a una secuencia temporal.

5 Etapa E105: enviar los datos que han de escribirse y la información de dirección al segundo dispositivo de almacenamiento.

El primer dispositivo de almacenamiento envía los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondiente al primer número y leídos desde la memoria caché al segundo dispositivo de almacenamiento.

10 En particular, el primer dispositivo de almacenamiento puede enviar todos los datos leídos que han de escribirse y la información de dirección al segundo dispositivo de almacenamiento directamente. O bien, el primer dispositivo de almacenamiento puede, tras obtener los identificadores de los volúmenes de datos del segundo dispositivo de almacenamiento, generar nuevas solicitudes de datos de escritura de acuerdo con los datos han de escribirse y la información de dirección transportada en cada solicitud de datos de escritura y los identificadores de los volúmenes de datos del segundo dispositivo de almacenamiento, y posteriormente enviar las nuevas solicitudes de datos de escritura al segundo dispositivo de almacenamiento.

15 En la realización de la presente invención, después de que el primer dispositivo de almacenamiento recibe una solicitud de datos de escritura enviada por un servidor, donde la información transportada en la solicitud de datos de escritura incluye datos que han de escribirse e información de dirección, el primer dispositivo de almacenamiento añade un primer número a los datos que han de escribirse y a la información de dirección y escribe la información en la memoria caché, donde el primer número es un número de período de tiempo actual. Cuando se desencadena una
20 tarea de replicación, el primer dispositivo de almacenamiento lee los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondientes al primer número desde la memoria caché y envía la información al segundo dispositivo de almacenamiento. Además, cuando se desencadena una tarea de replicación, el primer dispositivo de almacenamiento modifica el número de período de tiempo actual, de modo que el primer dispositivo de almacenamiento, al recibir posteriormente una solicitud de datos de escritura, añada un mismo número que el
25 número de período de tiempo actual modificado a la información transportada en la solicitud de datos de escritura. Por consiguiente, en la memoria caché, la información transportada en una solicitud de datos de escritura que ha de enviarse al segundo dispositivo de almacenamiento se distingue de la información transportada en una solicitud de datos de escritura que recibe el primer dispositivo de almacenamiento. Esto ejecuta un envío directo de información transportada en una solicitud de datos de escritura desde la memoria caché al segundo dispositivo de
30 almacenamiento. Puesto que la información se envía directamente desde la memoria caché sin necesidad de leerla desde un volumen de datos, el tiempo de replicación de datos es corto, lo que incrementa la eficiencia de la replicación de datos.

Es comprensible que, en la realización precedente, cuando se desencadena una tarea de replicación, el primer dispositivo de almacenamiento envíe los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondientes
35 al número de período de tiempo actual al segundo dispositivo de almacenamiento, y también modifique el número de período de tiempo actual para identificar la información transportada en una solicitud de datos de escritura subsiguiente. Cuando se desencadena una tarea de replicación subsiguiente, el primer dispositivo de almacenamiento envía los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondientes al número de período de tiempo actual modificado al segundo dispositivo de almacenamiento, y modifica de nuevo el número de
40 período de tiempo actual. Esto garantiza que el primer dispositivo de almacenamiento envíe completamente la información transportada en las solicitudes de datos de escritura recibidas al segundo dispositivo de almacenamiento en lote.

No obstante, cuando hay múltiples centros de recuperación ante desastres, suponiendo que un dispositivo de almacenamiento correspondiente a un segundo centro de recuperación ante desastres sea un tercer dispositivo de
45 almacenamiento, el primer dispositivo de almacenamiento también necesita enviar información transportada en solicitudes de datos de escritura recibidas por el primer dispositivo de almacenamiento al tercer dispositivo de almacenamiento. Para el segundo dispositivo de almacenamiento, cuando se desencadene una tarea de replicación, el gestor del número de período de tiempo actual modificará dicho número. En este momento, el número asignado por el número de período de tiempo actual al segundo dispositivo de almacenamiento y el asignado al tercer
50 dispositivo de almacenamiento son ambos los números modificados. La información transportada en las solicitudes de datos de escritura correspondientes al número anterior a la modificación del número de período de tiempo actual, no obstante, no se ha enviado aún al tercer dispositivo de almacenamiento.

Por lo tanto, en una situación de múltiples centros de recuperación ante desastres, la realización precedente puede incluir además las siguientes etapas:

55 Etapa E106: registrar un segundo número, donde el segundo número es un número correspondiente a la última tarea de replicación completada antes de una tarea de replicación actual.

En la realización precedente, el primer número es el mismo que el número de período de tiempo actual y puede usarse para identificar la tarea de replicación actual. La tarea de replicación actual significa que el primer dispositivo

de almacenamiento envía la información transportada en solicitudes de datos de escritura recibidas por un volumen de datos dentro del período de tiempo actual al segundo dispositivo de almacenamiento, donde se añade un mismo número que el número de período de tiempo actual a la información transportada en todas las solicitudes de datos de escritura.

- 5 El segundo número es un número correspondiente a la última tarea de replicación completada antes de la tarea de replicación actual.

10 Cuando existen múltiples centros de recuperación ante desastres, el número de período de tiempo actual puede modificarse cuando se inicia una tarea de replicación a un dispositivo de almacenamiento en otro centro de recuperación ante desastres. Por consiguiente, es necesario registrar el número correspondiente a una tarea de replicación completada previamente.

Si existe otro número entre el segundo número y el primer número, la información transportada en una solicitud de datos de escritura correspondiente a este número no se envía al segundo dispositivo de almacenamiento y debe ejecutarse la etapa E107.

- 15 Etapa E107: Leer, a partir de la memoria caché, los datos que han de escribirse y la información de dirección que corresponde a un número posterior al segundo número y anterior al primer número.

El proceso específico de lectura es similar a la etapa E103, que no se describirá más en la presente memoria.

Debe señalarse que la etapa E107 y la etapa E103 pueden no estar sujetas a una secuencia temporal y por lo tanto pueden ejecutarse simultáneamente.

- 20 Etapa E108: enviar los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondientes al número siguiente al segundo número y anterior al primer número al segundo dispositivo de almacenamiento.

El proceso específico de envío es similar a la etapa E105, que no se describirá más en la presente memoria.

25 En la realización de la presente invención, no sólo la información transportada en solicitudes de datos de escritura correspondientes al número de período de tiempo actual se envía al segundo dispositivo de almacenamiento, sino que también se envía al segundo dispositivo de almacenamiento la información transportada en solicitudes de datos de escritura correspondientes a un número entre el número correspondiente a la tarea de replicación previamente completada y el número de período de tiempo actual. Esto es aplicable a una situación de múltiples centros de recuperación ante desastres y garantiza la integridad de la replicación de datos.

- 30 En relación con la Figura 2, ésta ilustra una realización de un método de recepción de datos de acuerdo con la presente invención. La realización de la presente invención es aplicable a una situación en la que un centro de recuperación ante desastres recibe información transportada en una solicitud de datos de escritura enviada por un centro de producción. El método puede incluir las siguientes etapas:

Etapa E201: un segundo dispositivo de almacenamiento recibe información de dirección enviada por un primer dispositivo de almacenamiento.

- 35 En particular, el segundo dispositivo de almacenamiento puede recibir datos que han de escribirse e información de dirección enviados por el primer dispositivo de almacenamiento; o bien el segundo dispositivo de almacenamiento puede recibir una solicitud de datos de escritura enviada por el primer dispositivo de almacenamiento, donde la solicitud de datos de escritura incluye datos que han de escribirse e información de dirección, donde la información de dirección puede ser una dirección de unidad lógica (LBA). Cuando el segundo dispositivo de almacenamiento incluye múltiples volúmenes de datos, la información de dirección puede incluir además un identificador de un volumen de datos del segundo dispositivo de almacenamiento. Es comprensible que pueda haber más de una pieza de información de dirección.

- 45 Tras recibir los datos que han de escribirse y la información de dirección, el segundo dispositivo de almacenamiento añade un mismo número que el número de período de tiempo actual a los datos que han de escribirse y la información de dirección, y escribe la información en una memoria caché, de forma que se almacene en la memoria caché el mismo número que el número de período de tiempo actual, los datos que han de escribirse y la información de dirección.

- 50 Cabe destacar que el segundo dispositivo de almacenamiento incluye también un gestor de número de período de tiempo actual, y el gestor de número de fracción de tiempo almacena el número de período de tiempo actual. El número de período de tiempo actual puede ser un valor numérico, como 0, 1 o 2, o una letra, como a, b o c, lo cual no está limitado en la presente memoria. El número de período de tiempo actual expresado aquí puede no guardar relación con el número de período de tiempo actual del primer dispositivo de almacenamiento.

Etapa E202: cuando se determina que el primer dispositivo de almacenamiento ha fallado, el segundo dispositivo de almacenamiento obtiene, de acuerdo con la información de dirección, datos que han de escribirse correspondientes a un primer número, donde la información de dirección correspondiente al primer número es la misma que la

información de dirección recibida y el primer número es un número que precede al número de período de tiempo actual.

Como regla general, si tanto el primer dispositivo de almacenamiento como el segundo dispositivo de almacenamiento funcionan con normalidad, el segundo dispositivo de almacenamiento puede recibir información transportada en todas las solicitudes de datos de escritura enviadas por el primer dispositivo de almacenamiento, añadir un mismo número que el número de período de tiempo actual a la información transportada en cada solicitud de datos de escritura y almacenar la información en la memoria caché. No obstante, si el primer dispositivo de almacenamiento es defectuoso, el segundo dispositivo de almacenamiento puede recibir posiblemente sólo una parte de los datos que han de escribirse correspondiente al número de período de tiempo actual del primer dispositivo de almacenamiento. En este caso, los datos almacenados por el segundo dispositivo de almacenamiento posiblemente no son correctos, y si el segundo dispositivo de almacenamiento asume el trabajo del primer dispositivo de almacenamiento directamente, no puede garantizarse la coherencia de los datos. Por ejemplo, si un servidor envía una solicitud de datos de lectura al segundo dispositivo de almacenamiento en ese momento, solicitando leer datos almacenados en la información de dirección, el segundo dispositivo de almacenamiento buscará un último número correspondiente a la información de dirección y luego enviará los datos que han de escribirse correspondientes al número de período de tiempo actual al servidor, pero los datos no serán correctos. Por lo tanto, en ese caso, es necesario restaurar los datos correspondientes a un número anterior al número de período de tiempo actual del segundo dispositivo de almacenamiento a partir de los datos guardados en la memoria caché del segundo dispositivo de almacenamiento.

En particular, puede determinarse que el primer dispositivo de almacenamiento ha fallado mediante un procedimiento por el cual un centro de control envía una señal al segundo dispositivo de almacenamiento, donde la señal se usa para indicar que el primer dispositivo de almacenamiento ha fallado y que el segundo dispositivo de almacenamiento necesita asumir las funciones de servidor del primer dispositivo de almacenamiento.

Generalmente, cuando una tarea de replicación se ha completado, el centro de control puede enviar una indicación de replicación satisfactoria tanto al primer dispositivo de almacenamiento como al segundo dispositivo de almacenamiento. Si el segundo dispositivo de almacenamiento no recibe la indicación, esto quiere decir que la tarea de replicación en curso no se ha completado. La conclusión de una tarea de replicación significa que el primer dispositivo de almacenamiento ha enviado información transportada en todas las solicitudes de datos de escritura correspondientes al número de período de tiempo actual al segundo dispositivo de almacenamiento y que el segundo dispositivo de almacenamiento ha terminado de recibir la información.

Cuando el segundo dispositivo de almacenamiento determina que el primer dispositivo de almacenamiento ha fallado, si la tarea de replicación en curso se ha completado, el segundo dispositivo de almacenamiento puede asumir el trabajo del primer dispositivo de almacenamiento directamente y de ese modo puede garantizarse la coherencia de los datos. Esta situación va más allá de lo expuesto en la realización de la presente invención.

No obstante, si la tarea de replicación en curso no se ha completado, es necesario restaurar los datos correspondientes al número anterior al número de período de tiempo actual del segundo dispositivo de almacenamiento a partir de los datos guardados en la memoria caché del segundo dispositivo de almacenamiento.

Un procedimiento de restauración específico puede ser el siguiente: de acuerdo con la información de dirección recibida, comprobar si la información de dirección correspondiente al número anterior al número de fracción de tiempo actual es idéntica a la información de dirección recibida y, en caso contrario, continuar comprobando la información de dirección correspondiente a otro número precedente hasta que se encuentre información de dirección idéntica a la información de dirección recibida, y posteriormente obtener los datos que han de escribirse correspondientes a un número de la información de dirección recibida.

Etapa E203: añadir un segundo número a los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondientes al primer número y escribir la información en una memoria caché.

El segundo número es un número obtenido modificando el número de período de tiempo actual y también el último número almacenado en la memoria caché en la realización de la presente invención. Cuando un servidor envía una solicitud de datos de lectura al segundo dispositivo de almacenamiento, solicitando datos almacenados en la información de dirección, el segundo dispositivo de almacenamiento aprende mediante búsqueda que el último número correspondiente a la información de dirección es el segundo número y envía los datos que han de escribirse correspondientes al segundo número al servidor. Por lo tanto, se garantiza la coherencia de los datos.

En la realización de la presente invención, el segundo dispositivo de almacenamiento recibe información de dirección enviada por el primer dispositivo de almacenamiento, y cuando el primer dispositivo de almacenamiento es defectuoso, obtiene datos que han de escribirse correspondientes a un número anterior al número de período de tiempo actual, añade un segundo número a los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondientes al número anterior al número de fracción de tiempo actual, y almacena la información en una memoria caché. Por lo tanto, se garantiza la coherencia de los datos.

En relación con la Figura 3, la Figura 3 ilustra una realización de un método de envío de datos de acuerdo con la

presente invención. En la realización de la presente invención, para distinguir entre una memoria caché en una matriz de producción y una memoria caché en una matriz de recuperación ante desastres, la memoria caché en la matriz de producción se refiere como primera memoria caché y la memoria caché en la matriz de recuperación ante desastres se refiere como segunda memoria caché en la realización de la presente invención.

5 Tal como se muestra en la Figura 3, el método incluye las siguientes etapas:

Etapla E301: la matriz de producción recibe una solicitud de datos de escritura A de un servidor de producción.

La solicitud de datos de escritura A incluye un identificador de volumen, una dirección de escritura A y datos que han de escribirse A. La dirección de escritura A es una dirección lógica de una matriz de producción en la que han de escribirse los datos de escritura A, como puede ser una LBA. Generalmente, cuando la matriz de producción ejecuta la solicitud de datos de escritura A, necesita traducir la LBA a la dirección de bloque físico (PBA) y luego escribe los datos de escritura A en un medio de almacenamiento de acuerdo con la PBA. El identificador es un identificador de un volumen de datos correspondiente a la solicitud de datos de escritura A. En esta realización, se supone que la matriz de producción incluye un volumen (en lo sucesivo referido como volumen primario). A continuación, la información transportada en la solicitud de datos de escritura A incluye un identificador del volumen primario, la dirección de escritura A y los datos que han de escribirse A.

Etapla E302: la matriz de producción modifica la solicitud de datos de escritura A convirtiéndola en una solicitud de datos de escritura A', y la solicitud de datos de escritura A' incluye información transportada en la solicitud de datos de escritura A y un primer número.

En la realización de la presente invención, un controlador de la matriz de producción puede incluir un gestor del número de período de tiempo actual (CTPN, por sus siglas en inglés). El gestor del número de período de tiempo actual registra un número de período de tiempo actual que se usa para generar el primer número, y en particular el primer número equivale al número de período de tiempo actual.

Tras recibir la solicitud de datos de escritura A, la matriz de producción modifica la solicitud de datos de escritura A y la convierte en solicitud de datos de escritura A'. En particular, un procedimiento de modificación puede ser añadir el primer número a la información transportada en la solicitud de datos de escritura A. Por ejemplo, cuando el número de período de tiempo actual es 1, el primer número es también 1.

Opcionalmente, puede grabarse una marca horaria cuando se recibe la solicitud de datos de escritura A y dicha marca horaria se hace corresponder en una secuencia numérica pre-almacenada de manera que se determine un número correspondiente a la marca horaria. En particular, la secuencia numérica puede ser una tabla de asignación o presentarse de otras formas, lo que no está limitado en la presente memoria. La secuencia numérica incluye múltiples números, donde cada número corresponde a una sección de las marcas horarias, tal y como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Número	Sección de las marcas horarias
1	9:01-10:00
2	10:01-11:00
3	11:01-12:00

Suponiendo que la marca horaria cuando se recibe la solicitud de datos de escritura A es 9:30, el número correspondiente es 1 y luego la solicitud de datos de escritura puede modificarse y convertirse en la solicitud de datos de escritura A' de acuerdo con el número.

Etapla E303: la matriz de producción escribe la solicitud de datos de escritura A' en la primera memoria caché, de modo que la información transportada en la solicitud de datos de escritura A' se almacene en la primera memoria caché. La información transportada en la solicitud de datos de escritura A' incluye el primer número, el Identificador del volumen primario, la dirección de escritura A y los datos que han de escribirse A.

En la realización de la presente invención, el primer número puede corresponder a múltiples solicitudes de datos de escritura. Antes de modificar el número de período de tiempo actual en el CTPN, se añade el primer número a la información transportada en todas las solicitudes de datos de escritura recibidas.

Es comprensible que, después de haberse recibido la solicitud de datos de escritura A, pueda recibirse una solicitud de datos de escritura B y modificarse a solicitud de datos de escritura B', de modo que la solicitud de datos de escritura B' incluya además el primer número; y una solicitud de datos de escritura C puede recibirse también y modificarse a una solicitud de datos de escritura C', de modo que la solicitud de datos de escritura C' incluya además el primer número.

Por ejemplo, después de que se haya escrito en la primera memoria caché la solicitud de datos de escritura A', la solicitud de datos de escritura B' y la solicitud de datos de escritura C', la información almacenada en la primera memoria caché puede mostrarse en la tabla 2.

Tabla 2

Número	Identificador de volumen	Dirección de escritura	Datos que han de escribirse
1	Identificador del volumen primario	Dirección de escritura A	Datos que han de escribirse A
1	Identificador del volumen primario	Dirección de escritura B	Datos que han de escribirse B
1	Identificador del volumen primario	Dirección de escritura C	Datos que han de escribirse C

Debe señalarse que, en la realización de la presente invención, se parte de que la matriz de producción incluye un volumen de datos (al que se puede referir como volumen primario), los identificadores de los volúmenes de datos transportados en la solicitud de datos de escritura A', la solicitud de datos de escritura B' y la solicitud de datos de escritura C' constituyen en conjunto los identificadores del volumen primario. En otra realización de la presente invención, la matriz de producción puede incluir múltiples volúmenes de datos, y por consiguiente los identificadores de los volúmenes de datos transportados en la solicitud de datos de escritura A', la solicitud de datos de escritura B' y la solicitud de datos de escritura C' pueden ser diferentes. Además, la tabla 2 es sólo un ejemplo de almacenamiento de información transportada en solicitudes de datos de escritura en la memoria caché. Opcionalmente, la información puede almacenarse en forma de árbol. La forma de almacenamiento no está limitada en la presente memoria.

Tomando la tabla 2 como ejemplo, los números, los identificadores del volumen y las direcciones de escritura pueden considerarse índices de la tabla 2. De acuerdo con dichos índices, es posible encontrar los datos que han de escribirse correspondientes. Cuando los índices son los mismos, los datos que han de escribirse correspondientes a los índices también deberían ser los mismos. Por lo tanto, cuando se escribe una nueva solicitud de datos de escritura, es necesario determinar si la misma información tal y como el número, el identificador de volumen y la dirección de escritura de la nueva solicitud de datos de escritura está almacenada en la memoria caché, y si es así, la información transportada en la nueva solicitud de datos de escritura se usa para sustituir la información antigua. Es comprensible que, cuando la solicitud de datos de escritura A', la solicitud de datos de escritura B' y la solicitud de datos de escritura C' se escriben en la primera memoria, es también necesario determinar si sus números, identificadores de volumen y direcciones de escritura son los mismos que la información ya almacenada en la primera memoria caché, y puesto que sus números, identificadores de volumen y direcciones de escritura son diferentes de la información ya almacenada en la primera memoria caché, la solicitud de datos de escritura A', la solicitud de datos de escritura B' y la solicitud de datos de escritura C' pueden escribirse todas en la primera memoria caché.

Por ejemplo, si se recibe una solicitud de datos de escritura D luego y dicha solicitud incluye el identificador del volumen primario, la dirección de escritura B y los datos que han de escribirse D, la solicitud de datos de escritura D se modifica a solicitud de datos de escritura D', de manera que la solicitud de datos de escritura D' incluya además el primer número. Por lo tanto, cuando la solicitud de datos de escritura D' se escribe en la memoria caché, es necesario determinar si la misma información que el número, el identificador del volumen y la dirección de escritura de la solicitud de datos de escritura D' está almacenada en la primera memoria caché, y si es así, la información transportada en la solicitud de datos de escritura D' se usa para sustituir a la información antigua. Puesto que el número, el identificador del volumen y la dirección de escritura transportados en la solicitud de datos de escritura D' son los mismos que el número, el identificador de volumen y la dirección de escritura incluidos en la solicitud de datos de escritura B', en la primera memoria caché, la información de la solicitud de datos de escritura D' sustituirá a la información de la solicitud de datos de escritura B'.

En particular, después de que la solicitud de datos de escritura D' se ha escrito en la primera memoria caché, la información almacenada en la primera memoria caché puede mostrarse en la tabla 3.

Tabla 3

Número	Identificador de volumen	Dirección de escritura	Datos que han de escribirse
1	Identificador del volumen primario	Dirección de escritura A	Datos que han de escribirse A
1	Identificador del volumen primario	Dirección de escritura B	Datos que han de escribirse D
1	Identificador del volumen primario	Dirección de escritura C	Datos que han de escribirse C

Etapas E304:

cuando se desencadena una tarea de replicación, la matriz de producción modifica el número de período de tiempo actual incluido en el gestor del CTPN; por ejemplo, puede modificar el número de período de tiempo actual de 1 a 2.

A fin de distinguir entre el número de período de tiempo actual de la matriz de producción y el número de período de tiempo actual de la matriz de recuperación ante desastres, en la realización de la presente invención, el número de período de tiempo actual de la matriz de producción se refiere como un primer número de período de tiempo actual, y el número de período de tiempo actual de la matriz de recuperación ante desastres se refiere como un segundo número de período de tiempo actual.

Es comprensible que, después de que el primer número de período de tiempo actual se ha modificado de 1 a 2, correspondientemente, el número 2 se añadirá a la información transportada en todas las solicitudes de datos de escritura recibidas posteriormente. Por ejemplo, se recibe una solicitud de datos de escritura E y esta incluye el identificador del volumen primario, la dirección de escritura A y los datos que han de escribirse E, y luego la solicitud de datos de escritura E se modifica a solicitud de datos de escritura E', de manera que la solicitud de datos de escritura E' incluya además el número 2. Se recibe una solicitud de datos de escritura F y esta incluye el identificador del volumen primario, una dirección de escritura F y los datos que han de escribirse F, y luego la solicitud de datos de escritura F se modifica a solicitud de datos de escritura F', de modo que la solicitud de datos de escritura F' incluya además el número 2. Después de que la solicitud de datos de escritura E' y la solicitud de datos de escritura F' se escriben en la primera memoria caché, la información almacenada en la primera memoria caché puede mostrarse en la tabla 4.

Tabla 4

Número	Identificador de volumen	Dirección de escritura	Datos que han de escribirse
1	Identificador del volumen primario	Dirección de escritura A	Datos que han de escribirse A
1	Identificador del volumen primario	Dirección de escritura B	Datos que han de escribirse D
1	Identificador del volumen primario	Dirección de escritura C	Datos que han de escribirse C
2	Identificador del volumen primario	Dirección de escritura A	Datos que han de escribirse E
2	Identificador del volumen primario	Dirección de escritura F	Datos que han de escribirse F

Etapa E305: la matriz de recuperación ante desastres modifica el segundo número de período de tiempo actual incluido en su gestor del CTPN; por ejemplo, puede modificarlo de 11 a 12.

- 5 En la realización de la presente invención, la matriz de recuperación ante desastres puede incluir también su propio gestor del CTPN. Cuando se desencadena una tarea de replicación de la matriz de producción, el gestor del CTPN de la matriz de producción modifica el primer número de período de tiempo actual, y el centro de control puede enviar también una señal de control a la matriz de recuperación ante desastres, de modo que la matriz de recuperación ante desastres modifica también el segundo número de período de tiempo actual incluido en su gestor del CTPN. Por lo tanto, la etapa E305 y la etapa E304 no están sujetas a una secuencia temporal.

Etapa E306A: la matriz de producción lee información transportada en solicitudes de datos de escritura correspondientes al primer número de la primera memoria caché.

En particular, de acuerdo con la descripción anterior, la información transportada en solicitudes de datos de escritura correspondientes al primer número se muestra en la tabla 3.

- 15 Etapa E306B: la matriz de producción obtiene un identificador de un volumen de datos que han de escribirse en la matriz de recuperación ante desastres.

Etapa E306C: la matriz de producción genera nuevas solicitudes de datos de escritura de acuerdo con el identificador del volumen de datos y la información transportada en las solicitudes de datos de escritura correspondientes al primer número.

- 20 En particular, puede generarse una solicitud de datos de escritura A" de acuerdo con el identificador del volumen de datos, la dirección de escritura A y los datos que han de escribirse A; puede generarse una solicitud de datos de escritura D" de acuerdo con el identificador del volumen de datos, la dirección de escritura B y los datos que han de escribirse D; y puede generarse una solicitud de datos de escritura C" de acuerdo con el identificador del volumen de datos, la dirección de escritura C y los datos que han de escribirse C.

- 25 En otra realización de la presente invención, tanto la matriz de producción como la matriz de recuperación ante desastres pueden incluir múltiples volúmenes de datos, y por lo tanto los identificadores del volumen de datos incluidos en la solicitud de datos de escritura A", la solicitud de datos de escritura D" y la solicitud de datos de escritura C" pueden ser diferentes. No obstante, los identificadores de volúmenes de datos de la matriz de recuperación ante desastres se corresponden con los identificadores de volúmenes de datos de la matriz de producción.

Etapa E307: la matriz de producción envía las nuevas solicitudes de datos de escritura generadas a la matriz de recuperación ante desastres.

En particular, la matriz de producción envía la solicitud de datos de escritura A", la solicitud de datos de escritura D" y la solicitud de datos de escritura C" a la matriz de recuperación ante desastres.

- 35 Etapa E308: la matriz de recuperación ante desastres modifica las solicitudes de datos de escritura recibidas.

Por ejemplo, la matriz de recuperación ante desastres puede modificar la solicitud de datos de escritura A" para escribir una solicitud de datos de escritura A'" de acuerdo con el segundo número de período de tiempo actual registrado en el gestor del CTPN. En particular, un procedimiento de modificación puede ser añadir el número 12 a la información transportada en la solicitud de datos de escritura A".

- 40 De modo similar, puede añadirse el número 12 a la información transportada en la solicitud de datos de escritura B" y la solicitud de datos de escritura B" se modificará a solicitud de datos de escritura B'''; y el número 12 puede añadirse a la información transportada en la solicitud de datos de escritura C", modificándose ésta a solicitud de datos de escritura C'''.

- 45 Etapa E309: la matriz de recuperación ante desastres escribe las solicitudes de datos de escritura modificadas en la segunda memoria caché.

En particular, la información almacenada en la segunda memoria caché puede mostrarse en la tabla 5.

Tabla 5

Número	Identificador de volumen	Dirección de escritura	Datos que han de escribirse
12	Identificador del volumen secundario	Dirección de escritura A	Datos que han de escribirse A
12	Identificador del volumen secundario	Dirección de escritura B	Datos que han de escribirse D
12	Identificador del volumen secundario	Dirección de escritura C	Datos que han de escribirse C

5 Etapa E310: de acuerdo con las direcciones de escritura existentes en las solicitudes de datos de escritura, la matriz de recuperación ante desastres escribe los datos que han de escribirse en medios de almacenamiento correspondientes a dichas direcciones de escritura.

10 Por lo general, el espacio de memoria caché es limitado. Por lo tanto, cuando su tasa de utilización alcanza un umbral específico, es necesario escribir los datos en la memoria caché a un disco duro. En particular, los datos que han de escribirse A se escriben en un medio de almacenamiento correspondiente a la dirección de escritura A, los datos que han de escribirse D se escriben en un medio de almacenamiento correspondiente a la dirección de escritura B, y los datos que han de escribirse C se escriben en un medio de almacenamiento correspondiente a la dirección de escritura C.

Etapa E311: de acuerdo con las direcciones de escritura existentes en las solicitudes de datos de escritura, la matriz de producción escribe los datos que han de escribirse en medios de almacenamiento correspondientes a dichas direcciones de escritura.

15 De modo similar, cuando la tasa de utilización del espacio de la memoria caché de la matriz de producción alcanza un umbral específico, es necesario también escribir los datos de la memoria caché en un disco duro. Como puede deducirse de la descripción anterior, la siguiente información se almacena en la primera memoria caché.

Número	Identificador de volumen	Dirección de escritura	Datos que han de escribirse
1	Identificador del volumen primario	Dirección de escritura A	Datos que han de escribirse A
1	Identificador del volumen primario	Dirección de escritura B	Datos que han de escribirse D
1	Identificador del volumen primario	Dirección de escritura C	Datos que han de escribirse C
2	Identificador del volumen primario	Dirección de escritura A	Datos que han de escribirse E
2	Identificador del volumen primario	Dirección de escritura F	Datos que han de escribirse F

20 En particular, para las solicitudes de datos de escritura con el mismo identificador de volumen, la misma dirección de escritura pero diferentes números, se escriben primero los datos que han de escribirse transportados en una solicitud de datos de escritura con un número más pequeño, y luego se escriben los datos que han de escribirse transportados en una solicitud de datos de escritura con un número más grande. Por ejemplo, se escriben primero los datos que han de escribirse D y luego los datos que han de escribirse E. O bien, se escriben directamente los datos que han de escribirse transportados en una solicitud de datos de escritura con un número más grande sin escribir los datos que han de escribirse transportados en una solicitud de datos de escritura con un número más pequeño. Por ejemplo, los datos que han de escribirse E se escriben directamente.

Las etapas E310 y E311 no están sujetas a una secuencia temporal.

Etapa E312: cuando se desencadena una tarea de replicación, la matriz de producción modifica el primer número de período de tiempo actual incluido en su gestor del CTPN; por ejemplo, puede modificar el número de período de tiempo actual de 2 a 3.

- 5 Es comprensible que, después de que el primer número de período de tiempo actual en el CTPN de la matriz de producción se modifique de 2 a 3, correspondientemente, el número tres se añadirá a la información transportada en todas las solicitudes de datos de escritura recibidas por la matriz de producción posteriormente.

Etapa E313: la matriz de recuperación ante desastres modifica el segundo número de período de tiempo actual incluido en su gestor del CTPN; por ejemplo, puede modificar el segundo número de período de tiempo actual de 12 a 13.

- 10 Es comprensible que, después de que el segundo número de período de tiempo actual existente en el gestor del CTPN de la matriz de recuperación ante desastres se modifique de 12 a 13, correspondientemente, el número 13 se añadirá a la información transportada en todas las solicitudes de datos de escritura recibidas por la matriz de recuperación ante desastres posteriormente.

- 15 Etapa E314: la matriz de producción lee la información transportada en solicitudes de datos de escritura correspondientes al número 2, genera solicitudes de datos de escritura correspondientes y envía las solicitudes de datos de escritura generadas a la matriz de recuperación ante desastres.

- 20 En particular, como puede deducirse de la anterior descripción, la información transportada en solicitudes de datos de escritura correspondientes al número 2 incluye la información transportada en la solicitud de datos de escritura E y la información transportada en la solicitud de datos de escritura F. De modo similar, después de que la matriz de producción obtiene el identificador del volumen de datos de la matriz de recuperación ante desastres, la matriz de producción puede generar una solicitud de datos de escritura E" de acuerdo con el identificador del volumen de datos, la dirección de escritura A y los datos que han de escribirse E, y generar una solicitud de datos de escritura F" de acuerdo con el identificador del volumen de datos, la dirección de escritura F y los datos que han de escribirse F. Por consiguiente, las solicitudes de datos de escritura enviadas por la matriz de producción a la matriz de recuperación ante desastres son la solicitud de datos de escritura E" y la solicitud de datos de escritura F".

- 25 Debe señalarse que, en la realización de la presente invención, la matriz de producción no envía las solicitudes de datos de escritura a la matriz de recuperación ante desastres en una secuencia temporal, y puede también enviar las solicitudes de datos de escritura de forma aleatoria. En particular, la matriz de producción puede enviar primero la solicitud de datos de escritura E" y luego la solicitud de datos de escritura F", o enviar primero la solicitud de datos de escritura F" y luego la solicitud de datos de escritura E".

- 30 Como puede deducirse de la anterior descripción, en este momento, el segundo número de período de tiempo actual del gestor del CTPN de la matriz de recuperación ante desastres es 13. Por lo tanto, tras recibir la solicitud de datos de escritura E", la matriz de recuperación ante desastres necesita modificar la solicitud de datos de escritura E" a una solicitud de datos de escritura E'" que incluya el número 13. De modo similar, tras recibir la solicitud de datos de escritura F", la matriz de recuperación ante desastres necesita modificar la solicitud de datos de escritura F" a una solicitud de datos de escritura F'" que incluya el número 13.

Etapa E315: la matriz de recuperación ante desastres recibe una instrucción de asumir las funciones de servidor de la matriz de producción.

- 40 En la realización de la presente invención, si la matriz de producción presenta un fallo, la matriz de recuperación ante desastres necesita asumir las funciones de servidor de la matriz de producción. Por lo tanto, la matriz de recuperación ante desastres necesita satisfacer la exigencia de coherencia de los datos.

- 45 Como se puede deducir de la etapa E314, en una tarea de replicación en curso, las solicitudes de datos de escritura que debe recibir la matriz de recuperación ante desastres incluyen la solicitud de datos de escritura E" y la solicitud de datos de escritura F". La matriz de recuperación ante desastres no asumirá funciones de servidor de la matriz de producción hasta que la solicitud de datos de escritura E" modificada y la solicitud de datos de escritura F" se escriban ambas con éxito en la segunda memoria caché. Cuando la matriz de recuperación ante desastres empieza a asumir las funciones de servidor, indica que el ciclo de replicación en curso está completado y se ha satisfecho el requisito de coherencia de los datos.

- 50 Después de que la matriz de recuperación ante desastres haya modificado la solicitud de datos de escritura E" a solicitud de datos de escritura E'" y escrito con éxito la solicitud de datos de escritura E'" en la segunda memoria caché pero antes de que la solicitud de datos de escritura F'" se escriba con éxito en la segunda memoria caché, si la matriz de producción presenta un fallo y la matriz de recuperación ante desastres comienza a asumir las funciones de servidor de la matriz de producción, la tarea de replicación en curso no está completada y el requisito de coherencia de los datos no se ha satisfecho. De modo similar, después de que la matriz de recuperación ante desastres haya modificado la solicitud de datos de escritura F" a la solicitud de datos de escritura F'" y escrito la solicitud de datos de escritura F'" con éxito en la segunda memoria caché pero antes de que la solicitud de datos de escritura E'" se haya escrito con éxito en la segunda memoria caché, si la matriz de producción tiene un fallo y la

matriz de recuperación ante desastres comienza a asumir las funciones de servidor de la matriz de producción, la tarea de replicación en curso no está completada tampoco y no se satisface el requisito de coherencia de los datos.

En este caso, es necesario restaurar los datos presentes en la memoria caché de la matriz de recuperación ante desastres a un estado en el que la tarea de replicación correspondiente al número 12 esté completada. En el siguiente, se supone que la matriz de recuperación ante desastres ha modificado la solicitud de datos de escritura E" a solicitud de datos de escritura E'" y ha escrito con éxito la solicitud de datos de escritura E'" en la segunda memoria caché y que la solicitud de datos de escritura F'" no se ha escrito con éxito en la segunda memoria caché.

Etapa E316: la matriz de recuperación ante desastres obtiene una dirección de escritura transportada en una solicitud de datos de escritura que se ha escrito con éxito en la segunda memoria caché del ciclo de replicación en curso.

Como puede deducirse de la anterior descripción, en la tarea de replicación correspondiente al número 13, la solicitud de datos de escritura E'" se ha escrito con éxito en la segunda memoria caché y la dirección de escritura transportada en la solicitud de datos de escritura E'" es la dirección de escritura A.

Etapa E317: de acuerdo con la dirección de escritura, la matriz de recuperación ante desastres comprueba la correspondencia de la información transportada en solicitudes de datos de escritura correspondientes al número anterior para buscar una misma dirección de escritura que la dirección de escritura A.

Cuando se encuentra una misma dirección de escritura que la dirección de escritura, se ejecuta la etapa E318. En caso contrario, se sigue comprobando la correspondencia en la información transportada en las solicitudes de datos de escritura correspondientes a otro número precedente (por ejemplo, el número 11) hasta que se encuentra la misma dirección de escritura que la dirección de escritura A transportada en la solicitud de datos de escritura E'".

Como puede deducirse de la anterior descripción, la información transportada en solicitudes de datos de escritura correspondientes al número 12 se muestra en la tabla 5. La dirección de escritura transportada en la solicitud de datos de escritura A" es la misma que la dirección de escritura transportada en la solicitud de datos de escritura E'".

Es comprensible que, cuando la matriz de recuperación ante desastres incluye múltiples volúmenes de datos y la información transportada en cada solicitud de datos de escritura incluye el identificador de un volumen de datos, se requiere que tanto la dirección de escritura como el identificador del volumen de datos se correspondan.

Etapa E318: generar una nueva solicitud de datos de escritura de acuerdo con la información incluida en la dirección de escritura encontrada, y escribir la nueva solicitud de datos de escritura en la segunda memoria caché, donde la nueva solicitud de datos de escritura incluye un número modificado.

Por ejemplo, la información leída de la segunda memoria caché incluye la dirección de escritura A y los datos que han de escribirse A (y puede incluir también el identificador del volumen secundario), y luego puede generarse una nueva solicitud de datos de escritura de acuerdo con la información leída y el número modificado (por ejemplo, el número se modifica de 13 a 14). Después de que la nueva solicitud de datos de escritura se escribe en la segunda memoria caché, se muestra una relación de correspondencia en la memoria caché en la tabla 6.

Tabla 6

Número	Identificador de volumen	Dirección de escritura	Datos que han de escribirse
12	Identificador del volumen secundario	Dirección de escritura A	Datos que han de escribirse A
12	Identificador del volumen secundario	Dirección de escritura B	Datos que han de escribirse D
12	Identificador del volumen secundario	Dirección de escritura C	Datos que han de escribirse C
13	Identificador del volumen secundario	Dirección de escritura A	Datos que han de escribirse E
14	Identificador del volumen secundario	Dirección de escritura A	Datos que han de escribirse A

Cuando un servidor envía una solicitud de datos de lectura a la matriz de recuperación ante desastres, el

identificador del volumen de datos solicitados es el identificador del volumen secundario y la dirección de escritura es la dirección de escritura A, la matriz de recuperación ante desastres buscará en la segunda memoria caché los datos que han de escribirse con el identificador del volumen secundario y la dirección de escritura A, correspondiente al último número, y enviará los datos que han de escribirse al servidor. En la realización de la presente invención, los datos que han de escribirse A correspondientes al número 14 se envían desde la segunda memoria caché al servidor.

En la realización de la presente invención, la matriz de producción puede enviar la información transportada en las solicitudes de datos de escritura recibidas de una memoria caché a la matriz de recuperación ante desastres directamente sin necesidad de leer información relacionada de un volumen de datos, lo que incrementa la eficiencia de la replicación de datos y garantiza la coherencia de los datos para la matriz de recuperación ante desastres.

En la técnica anterior, la replicación de datos se lleva a cabo utilizando datos de instantánea, donde, cada vez que la matriz de producción ejecuta una solicitud de datos de escritura, es necesario en primer lugar situar los datos transportados en la solicitud de datos de escritura en una memoria caché, leer, de acuerdo con una dirección de escritura transportada en la solicitud de datos de escritura, los datos antiguos almacenados en la dirección, y almacenar los datos en un volumen de datos, y luego escribir los datos en la memoria caché con la dirección de escritura. No se devuelve un mensaje de respuesta de la solicitud de datos de escritura hasta que todas estas operaciones se han completado. Debido a las etapas adicionales de procesamiento de la instantánea, el retraso en el procesamiento de una solicitud de datos de escritura es prolongado. En la realización de la presente edición, sin embargo, no se necesita llevar a cabo el procesamiento de instantánea en los datos y por consiguiente, aunque se modifican las solicitudes de datos de escritura, el tiempo empleado es corto. Por lo tanto, comparada con la técnica anterior, la realización de la presente invención reduce el retraso en el procesamiento de una solicitud de datos de escritura.

En relación con la Figura 5, ésta es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo 50 de almacenamiento según una realización de la presente invención. Tal como se muestra en la Figura 5, el dispositivo de almacenamiento incluye un módulo 501 de recepción, un módulo 502 de lectura y escritura, un gestor 503 de número de período de tiempo actual, y un módulo 504 de envío.

El módulo 501 de recepción está configurado para recibir una primera solicitud de datos de escritura enviada por un servidor, donde la primera solicitud de datos de escritura transporta datos que han de escribirse e información de dirección.

La información de dirección puede incluir una dirección de bloque lógico (dirección de unidad lógica, LBA). Cuando el dispositivo 50 de almacenamiento incluye múltiples volúmenes de datos, la información de dirección puede incluir además un identificador de un volumen de datos del dispositivo 50 de almacenamiento.

El módulo 502 de lectura y escritura está configurado para añadir un primer número a los datos que han de escribirse y la información de dirección y escribir la información en una memoria caché, donde el primer número es un número de período de tiempo actual; y leer los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondiente al primer número desde la memoria caché.

El dispositivo 50 de almacenamiento puede incluir un gestor 503 de número de período de tiempo actual, y el gestor 503 de número de período de tiempo actual almacena el número de período de tiempo actual, donde el número de período de tiempo actual puede ser un valor numérico, como 0, 1 o 2, o una letra, como a, b o c, lo que no está limitado en la presente memoria.

Cuando se recibe la primera solicitud de datos de escritura, se añade un primer número a los datos que han de escribirse y la información de dirección transportada en la primera solicitud de datos de escritura, donde el primer número es un valor asignado por el número de período de tiempo actual.

Después de que se añade el primer número a la información transportada en la primera solicitud de datos de escritura, la información modificada transportada en la primera solicitud de datos de escritura se escribe en la memoria caché, de forma que los datos que han de escribirse, la información de dirección y el primer número portados en la primera solicitud de datos de escritura se almacenen todos en la memoria caché.

Además, dentro de un período de tiempo dado, puede recibirse también otra solicitud de datos de escritura, y es necesario también añadir el primer número a la información transportada en la solicitud de datos de escritura y escribir la información en la memoria caché. Debe señalarse que, antes de que cambie el número de período de tiempo actual, el primer número se añade a la información transportada en todas las solicitudes de datos de escritura.

Cuando se desencadena una tarea de replicación, el dispositivo 50 de almacenamiento puede leer los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondientes al primer número desde la memoria caché. Es comprensible que haya múltiples piezas de datos que han de escribirse e información de dirección correspondientes al primer número.

Una tarea de replicación significa que el dispositivo 50 de almacenamiento envía información transportada en las solicitudes de datos de escritura que recibe un volumen de datos dentro de un período de tiempo a un dispositivo de almacenamiento en un centro de recuperación ante desastres, donde se añade un mismo número que el número de período de tiempo actual a la información transportada en todas las solicitudes de datos de escritura. Puede iniciarse una tarea de replicación mediante un temporizador, o hacerse manualmente, lo que no está limitado en la presente memoria. La finalidad de la replicación es enviar los datos que han de escribirse transportados en solicitudes de datos de escritura recibidos por el dispositivo 50 de almacenamiento al dispositivo de almacenamiento en el centro de recuperación ante desastres, de forma que el dispositivo de almacenamiento en el centro de recuperación ante desastres pueda asumir el trabajo del dispositivo 50 de almacenamiento cuando el dispositivo 50 de almacenamiento presente un fallo. Es comprensible que la información de dirección (como puede ser una LBA) transportada en la solicitud de datos de escritura también deba mandarse al dispositivo de almacenamiento en el centro de recuperación ante desastres, donde la LBA se usa para indicar una dirección donde el dispositivo de almacenamiento en el centro de recuperación ante desastres almacena los datos que han de escribirse. El dispositivo de almacenamiento en el centro de recuperación ante desastres tiene la misma estructura física que el dispositivo 50 de almacenamiento. Por consiguiente, una LBA aplicable al dispositivo 50 de almacenamiento es también aplicable al dispositivo de almacenamiento en el centro de recuperación ante desastres.

En la realización de la presente invención, una tarea de replicación es específica de un volumen de datos del dispositivo 50 de almacenamiento. Cuando el dispositivo 50 de almacenamiento incluye múltiples volúmenes de datos, cada volumen de datos corresponde a una tarea de replicación.

El gestor 503 de número de período de tiempo actual está configurado para modificar el número de período de tiempo actual a fin de identificar la información transportada en una solicitud de datos de escritura subsiguiente.

Cuando se desencadena una tarea de replicación, el gestor 503 de número de período de tiempo actual necesita modificar el número de período de tiempo actual. Cuando se recibe una solicitud de datos de escritura subsiguiente, debe añadirse otro número a la información transportada en la solicitud de datos de escritura subsiguiente, donde dicho otro número es un valor asignado por el número de período de tiempo actual modificado. Por lo tanto, en la memoria caché, la información transportada en una solicitud de datos de escritura que debe enviarse al dispositivo de almacenamiento en el centro de recuperación ante desastres puede distinguirse de la información transportada en una solicitud de datos de escritura que recibe el dispositivo 50 de almacenamiento.

El módulo 504 de envío está configurado para enviar los datos que han de escribirse y la información de dirección al dispositivo de almacenamiento en el centro de recuperación ante desastres.

El dispositivo 50 de almacenamiento envía los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondientes al primer número leído de la memoria caché al segundo dispositivo de almacenamiento en el centro de recuperación ante desastres.

En particular, el dispositivo 50 de almacenamiento puede enviar todos los datos que han de escribirse leídos y la información de dirección al dispositivo de almacenamiento en el centro de recuperación ante desastres directamente. O bien, el dispositivo 50 de almacenamiento puede, tras obtener identificadores de volumen de datos del dispositivo de almacenamiento en el centro de recuperación ante desastres, generar nuevas solicitudes de datos de escritura de acuerdo con los datos que han de escribirse y la información de dirección transportados en cada solicitud de datos de escritura y los identificadores de los volúmenes de datos del dispositivo de almacenamiento en el centro de recuperación ante desastres, y luego enviar las nuevas solicitudes de datos de escritura al dispositivo de almacenamiento en el centro de recuperación ante desastres.

En la realización de la presente invención, después de que el dispositivo 50 de almacenamiento recibe una solicitud de datos de escritura enviada por un servidor, donde la información transportada en la solicitud de datos de escritura incluye datos que han de escribirse e información de dirección, el dispositivo 50 de almacenamiento añade un primer número a los datos que han de escribirse y la información de dirección y escribe la información en la memoria caché, donde el primer número es un número de período de tiempo actual. Cuando se desencadena una tarea de replicación, el dispositivo 50 de almacenamiento lee los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondientes al primer número desde la memoria caché y envía la información al dispositivo de almacenamiento en el centro de recuperación ante desastres. Además, cuando se desencadena una tarea de replicación, el dispositivo 50 de almacenamiento modifica el número de período de tiempo actual, de forma que el dispositivo 50 de almacenamiento, cuando recibe posteriormente una solicitud de datos de escritura, añada el mismo número que el número de período de tiempo actual modificado a la información transportada en la solicitud de datos de escritura. Por lo tanto, en la memoria caché, la información transportada en una solicitud de datos de escritura que debe enviarse al dispositivo de almacenamiento en el centro de recuperación ante desastres se distingue de la información transportada en una solicitud de datos de escritura que recibe el dispositivo 50 de almacenamiento. Con esto se efectúa el envío directo de la información transportada en una solicitud de datos de escritura desde la memoria caché al dispositivo de almacenamiento en el centro de recuperación ante desastres. Puesto que la información se envía directamente desde la memoria caché sin necesidad de leerla desde un volumen de datos, el tiempo de replicación de datos es corto, lo que incrementa la eficiencia de la replicación de datos.

En relación con la Figura 6, ésta es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo 60 de almacenamiento según una realización de la presente invención. Como se muestra en la Figura 6, el dispositivo 60 de almacenamiento incluye un módulo 601 de recepción, un módulo 602 de búsqueda y un módulo 604 de escritura.

5 El módulo 601 de recepción está configurado para recibir información de dirección enviada por un dispositivo 50 de almacenamiento.

En particular, el dispositivo 60 de almacenamiento puede recibir datos que han de escribirse e información de dirección enviados por el dispositivo 50 de almacenamiento; o el dispositivo 60 de almacenamiento puede recibir una solicitud de datos de escritura enviada por el dispositivo 50 de almacenamiento, donde la solicitud de datos de escritura incluye datos que han de escribirse e información de dirección, donde la información de dirección puede ser una dirección de bloque lógico (dirección de unidad lógica, LBA). Cuando el dispositivo 60 de almacenamiento incluye múltiples volúmenes de datos, la información de dirección puede incluir además un identificador de un volumen de datos del dispositivo 60 de almacenamiento. Es comprensible que pueda haber más de una pieza de información de dirección.

15 Tras recibir los datos que han de escribirse y la información de dirección, el dispositivo 60 de almacenamiento añade un mismo número que el número de período de tiempo actual a los datos que han de escribirse y la información de dirección y escribe la información en una memoria caché, de forma que se almacene en la memoria caché el mismo número que el número de período de tiempo actual, los datos que han de escribirse y la información de dirección.

Debe señalarse que el dispositivo 60 de almacenamiento puede incluir también un gestor de número de período de tiempo actual 603, y el gestor 603 de número de período de tiempo actual almacena el número de período de tiempo actual. El número de período de tiempo actual puede ser un valor numérico, como 0, 1 o 2, o una letra, como a, b o c, lo cual no está limitado en la presente memoria. El número de período de tiempo actual aquí puede no tener relación con el número de período de tiempo actual en el dispositivo 50 de almacenamiento.

25 El módulo 602 de búsqueda está configurado para que cuando se determine que el dispositivo 50 de almacenamiento ha fallado, el dispositivo 60 de almacenamiento obtenga, de acuerdo con la información de dirección, los datos que han de escribirse correspondientes a un primer número, donde la información de dirección correspondiente al primer número es la misma que la información de dirección recibida y el primer número es un número que precede al número de período de tiempo actual.

Generalmente, si tanto el dispositivo 50 de almacenamiento como el dispositivo 60 de almacenamiento funcionan de modo normal, el dispositivo 60 de almacenamiento puede recibir información transportada en todas las solicitudes de datos de escritura enviadas por el dispositivo 50 de almacenamiento, añadir un mismo número que el número de período de tiempo actual a la información transportada en cada solicitud de datos de escritura, y almacenar la información en la memoria caché. Sin embargo, si el dispositivo 50 de almacenamiento presenta un fallo, el dispositivo 60 de almacenamiento puede que sólo reciba una parte de los datos que han de escribirse correspondiente al número de período de tiempo actual del dispositivo 50 de almacenamiento. En este caso, los datos almacenados por el dispositivo 60 de almacenamiento son posiblemente incorrectos, y si el dispositivo 60 de almacenamiento asume el trabajo del dispositivo 50 de almacenamiento directamente, la coherencia de los datos no puede garantizarse. Por ejemplo, si un servidor envía una solicitud de datos de lectura al dispositivo 60 de almacenamiento en ese momento, solicitando leer datos almacenados en la información de dirección (como puede ser una LBA), el dispositivo 60 de almacenamiento buscará un último número correspondiente a la información de dirección y luego enviará los datos que han de escribirse correspondientes al número de período de tiempo actual al servidor, pero esos datos no serán correctos. Por lo tanto, en este caso, es necesario restaurar los datos correspondientes a un número anterior al número de período de tiempo actual del dispositivo 60 de almacenamiento a partir de los datos existentes en la memoria caché del dispositivo 60 de almacenamiento.

45 En particular, puede determinarse si el dispositivo 50 de almacenamiento ha fallado mediante un procedimiento por el cual un centro de control envía una señal al dispositivo 60 de almacenamiento, donde la señal se usa para indicar que el dispositivo 50 de almacenamiento ha fallado y que el dispositivo 60 de almacenamiento necesita asumir las funciones de servidor del dispositivo 50 de almacenamiento.

Como regla general, cuando una tarea de replicación está completada, el centro de control puede enviar una indicación de replicación satisfactoria tanto al dispositivo 50 de almacenamiento como al dispositivo 60 de almacenamiento. Si el dispositivo 60 de almacenamiento no recibe la indicación, esto quiere decir que la tarea de replicación en curso no se ha completado. La conclusión de una tarea de replicación significa que el dispositivo 50 de almacenamiento ha enviado información transportada en todas las solicitudes de datos de escritura correspondientes al número de período de tiempo actual al dispositivo 60 de almacenamiento y el dispositivo 60 de almacenamiento ha acabado de recibir la información.

55 Cuando el dispositivo 60 de almacenamiento determina que el dispositivo 50 de almacenamiento ha fallado, si la tarea de replicación actual está completada, el dispositivo 60 de almacenamiento puede asumir el trabajo del dispositivo 50 de almacenamiento directamente, garantizándose así la coherencia de los datos. Esta situación va más allá de lo expuesto por la realización de la presente invención.

No obstante, si la tarea de replicación en curso no está completada, es necesario restaurar los datos correspondientes al número anterior al número de período de tiempo actual del dispositivo 60 de almacenamiento a partir de los datos existentes en la memoria caché del dispositivo 60 de almacenamiento.

5 Un modo de restauración específico es el siguiente: de acuerdo con la información de dirección recibida, buscar información de dirección correspondiente a un número anterior al número de período de tiempo actual para la misma información de dirección que la información de dirección recibida, si no se encuentra la misma información de dirección, continuar buscando información de dirección correspondiente a otro número anterior hasta que se encuentre la información de dirección, y luego obtener los datos que han de escribirse correspondientes al número.

10 El módulo 604 de escritura está configurado para añadir un segundo número a los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondientes al primer número y escribir la información en una memoria caché.

15 El segundo número es un número obtenido modificando el número de período de tiempo actual y también el último número almacenado en la memoria caché en esta realización. Cuando un servidor envía una solicitud de datos de lectura al dispositivo 60 de almacenamiento, solicitando leer datos almacenados en la información de dirección (como puede ser una LBA), el dispositivo 60 de almacenamiento aprende mediante búsqueda que el último número correspondiente a la información de dirección es el segundo número y envía los datos que han de escribirse correspondientes al segundo número al servidor. De ese modo se garantiza la coherencia de los datos.

20 En la realización de la presente invención, el dispositivo 60 de almacenamiento recibe información de dirección enviada por el dispositivo 50 de almacenamiento, y cuando el dispositivo 50 de almacenamiento falla, obtiene los datos que han de escribirse correspondientes a un número anterior al número de período de tiempo actual, añade un segundo número a los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondientes al número anterior al número de período de tiempo actual, y almacena la información en una memoria caché. De ese modo se garantiza la coherencia de los datos.

25 En relación con la Figura 7, una realización de la presente invención ofrece un dispositivo 700 de almacenamiento. Dicho dispositivo 700 de almacenamiento puede incluir un dispositivo de almacenamiento ya conocido en la técnica anterior. La realización de la presente invención no limita la implementación específica del dispositivo 700 de almacenamiento. El dispositivo 700 de almacenamiento incluye:

Un procesador 710, una interfaz 720 de comunicaciones, una memoria 730, y un bus 740 de comunicaciones.

El procesador 710, la interfaz 720 de comunicaciones y la memoria 730 se comunican entre sí mediante el bus 740 de comunicaciones.

30 La interfaz 720 de comunicaciones está configurada para comunicarse con un elemento de red, por ejemplo, con un servidor o un conmutador.

El procesador 710 está configurado para ejecutar un programa 732.

En particular, el programa 732 puede incluir un código de programa, y el código del programa incluye una instrucción para el funcionamiento del ordenador.

35 El procesador 710 puede ser una unidad de procesamiento central CPU, o un circuito integrado específico de la aplicación ASIC, o estar configurado como uno o más circuitos integrados que implementan las realizaciones de la presente invención.

La memoria 730 está configurada para almacenar el programa 732. La memoria 730 puede incluir una RAM de alta velocidad, o una memoria no volátil, por ejemplo, al menos una memoria de disco magnético.

40 El programa 732 puede incluir, en particular:

un módulo 501 de recepción, configurado para recibir una primera solicitud de datos de escritura enviada por un servidor, donde la primera solicitud de datos de escritura transporta datos que han de escribirse e información de dirección;

45 un módulo 502 de lectura y escritura, configurado para añadir un primer número a los datos que han de escribirse y la información de dirección y escribir la información en una memoria caché, donde el primer número es un número de período de tiempo actual, y leer los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondientes al primer número desde la memoria caché;

un gestor 503 de número de período de tiempo actual, configurado para modificar el número de período de tiempo actual para identificar la información transportada en una solicitud de datos de escritura subsiguiente; y

50 un módulo 504 de envío, configurado para enviar los datos que han de escribirse y la información de dirección a un dispositivo de almacenamiento en el centro de recuperación ante desastres.

Para implementaciones específicas de los módulos del programa 732, puede hacerse referencia a los módulos correspondientes en la realización ilustrada en la Figura 5, que no se describen más en la presente memoria.

En relación con la Figura 8, una realización de la presente invención ofrece un dispositivo 800 de almacenamiento.

5 Dicho dispositivo 800 de almacenamiento puede incluir un dispositivo de almacenamiento ya conocido en la técnica anterior. La realización de la presente invención no limita la implementación específica del dispositivo 800 de almacenamiento. El dispositivo 800 de almacenamiento incluye:

un procesador 810, una interfaz 820 de comunicaciones, una memoria 830 y un bus de comunicaciones 840.

El procesador 810, la interfaz 820 de comunicaciones y la memoria 830 se comunican entre sí mediante el bus de comunicaciones 840.

10 La interfaz 820 de comunicaciones está configurada para comunicarse con un elemento de red, por ejemplo, con un servidor o un conmutador.

El procesador 810 está configurado para ejecutar un programa 832.

En particular, el programa 832 puede incluir un código de programa, y el código de programa incluye una instrucción para el funcionamiento del ordenador.

15 El procesador 810 puede ser una unidad de procesamiento central CPU, o un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), o estar configurado como uno o más circuitos integrados que implementan las realizaciones de la presente invención.

La memoria 830 está configurada para almacenar el programa 832. La memoria 830 puede incluir una RAM de alta velocidad o una memoria no volátil, por ejemplo, al menos una memoria de disco magnético.

20 El programa 832 puede incluir, en particular:

un módulo 601 de recepción, configurado para recibir información de dirección enviada por un dispositivo 50 de almacenamiento;

25 un módulo 602 de búsqueda, configurado para cuando se determine que el dispositivo de almacenamiento ha fallado, un dispositivo 60 de almacenamiento obtenga, de acuerdo con la información de dirección, los datos que han de escribirse correspondientes a un primer número, donde la información de dirección correspondiente al primer número es la misma que la información de dirección recibida y el primer número es un número anterior al número de período de tiempo actual; y

un módulo 604 de escritura, configurado para añadir un segundo número a los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondientes al primer número y escribir la información en una memoria caché.

30 Para implementaciones específicas de los módulos en el programa 832, puede hacerse referencia a los módulos correspondientes en la realización ilustrada en la Figura 6, que no es objeto de mayor descripción en la presente memoria.

35 Es posible que los expertos en la técnica comprendan claramente que, a los efectos de conseguir una descripción conveniente y breve, por lo que respecta al proceso de funcionamiento detallado del dispositivo y módulo anteriormente expuesto, se puede hacer referencia al proceso correspondiente en las realizaciones del método anteriormente descritas, por lo que en la presente memoria no se vuelven a exponer los detalles.

Lo siguiente describe una aplicación del método ofrecido por esta realización de la presente invención a un supuesto que incluye al menos dos centros de recuperación ante desastres.

40 Tal y como se muestra en la Figura 9, un sistema de almacenamiento incluye un centro de producción y al menos dos centros de recuperación ante desastres.

45 El centro de producción incluye un servidor de producción, un dispositivo de conexión y una matriz de producción. Una arquitectura de sistema de un centro de recuperación ante desastres es similar a la del centro de producción, e incluye un servidor de recuperación ante desastres, un dispositivo de conexión y una matriz de recuperación ante desastres. El centro de producción y el centro de recuperación ante desastres pueden realizar la transmisión de datos a través de protocolo de Internet (IP) o canal de fibra (FC). Puede haber un centro de control entre el centro de producción y el centro de recuperación ante desastres. El centro de control puede instalarse en el centro de producción o en el centro de recuperación ante desastres, o instalarse en un dispositivo de terceros entre el centro de producción y el centro de recuperación ante desastres. El centro de control está configurado para enviar una señal a la matriz de recuperación ante desastres cuando la matriz de producción falle, de forma que la matriz de recuperación ante desastres asuma las funciones de servidor de la matriz de producción.

El servidor de producción y el servidor de recuperación ante desastres pueden ser cualquier dispositivo informático conocido en la técnica anterior, como servidores y ordenadores de sobremesa. Dentro de un servidor hay instalado un sistema operativo y otras aplicaciones.

5 El dispositivo de conexión puede incluir cualquier interfaz, conocida en la técnica anterior, entre un dispositivo de almacenamiento y un servidor, como puede ser un conmutador de fibra u otros conmutadores disponibles actualmente.

10 Tanto la matriz de producción como la matriz de recuperación ante desastres pueden ser un dispositivo de almacenamiento conocido en la técnica anterior, como puede ser una matriz redundante de discos económicos (RAID), una concatenación de discos (JBOD) y una o más unidades de disco interconectadas, como una biblioteca de cintas, un dispositivo de almacenamiento en cinta de una o más unidades de almacenamiento, donde dichas unidades de disco interconectadas son un dispositivo de almacenamiento de acceso directo (DASD, por sus siglas en inglés).

15 El espacio de almacenamiento de la matriz de producción puede incluir múltiples volúmenes de datos. Un volumen de datos es espacio de almacenamiento lógico formado mediante la asignación de espacio de almacenamiento físico. Por ejemplo, un volumen de datos puede ser un número de unidad lógica (LUN), o un sistema de archivos. En esta realización de la invención, la matriz de recuperación ante desastres tiene una estructura similar a la de la matriz de producción.

20 Para garantizar la seguridad de los datos en el centro de producción, generalmente debe instalarse una pluralidad de centros de recuperación ante desastres. Los datos del centro de producción se replican a la pluralidad de los centros de recuperación ante desastres, de forma que cuando tanto el centro de producción como alguno de los centros de recuperación ante desastres sufran un desastre, otro centro de recuperación ante desastres pueda seguir almacenando los datos y estos no se pierdan. En esta realización de la presente invención, se hace referencia a una tarea por la que la matriz de producción replica datos que almacena en un volumen de datos en una matriz de recuperación ante desastres como una relación de replicación (también referida como un par). Cada relación de replicación corresponde a un identificador exclusivo (por ejemplo, identificador ID). Antes de que se produzca un desastre, debido a que la matriz de producción recibe continuamente solicitudes de datos de escritura enviadas por el servidor, la matriz de producción necesita también replicar continuamente los datos que almacena en la matriz de recuperación ante desastres. Por consiguiente, una relación de replicación puede dividirse en un cierto número de períodos de tiempo, y una tarea por la que la matriz de producción envía, dentro de cada período de tiempo, la información transportada en una solicitud de datos de escritura recibida por un volumen de datos a la matriz de recuperación ante desastres se refiere como tarea de replicación.

30 La matriz de producción puede incluir un gestor de número de período de tiempo actual que almacena los números de período de tiempo actual. Un número de período de tiempo actual puede ser un valor numérico, como 0, 1 o 2, o una letra, como a, b o c, lo cual no está limitado en la presente memoria. Debe señalarse que el número de período de tiempo actual es aplicable a todas las matrices de recuperación ante desastres. Cada vez que se desencadena una tarea de replicación, el número de período de tiempo actual se modifica.

40 El hecho de que el número de período de tiempo actual sea 1 se utiliza como ejemplo. Cuando la matriz de producción recibe una solicitud de datos de escritura, se añade un número de valor numérico 1 a los datos que han de escribirse y la información de dirección transportados en la solicitud de datos de escritura, y luego los datos que han de escribirse y la información de dirección transportados en la solicitud de datos de escritura junto con el número con valor numérico 1 se escriben todos en una memoria caché.

45 Cuando se desencadena una tarea de replicación correspondiente a una primera matriz de recuperación ante desastres, la matriz de producción modifica el número de período de tiempo actual desde un valor numérico 1 a un valor numérico 2, de forma que se añade un número con valor numérico 2 a los datos que han de escribirse y la información de dirección transportados en una solicitud de datos de escritura recibida posteriormente. A continuación, los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondientes al número con valor numérico 1 se envían a la primera matriz de recuperación ante desastres.

50 Cuando se desencadena una tarea de replicación correspondiente a una segunda matriz de recuperación ante desastres, la matriz de producción modifica el número de período de tiempo actual desde un valor numérico 2 a un valor numérico 3, de forma que se añada un número con valor numérico 3 a los datos que han de escribirse y la información de dirección transportados en una solicitud de datos de escritura recibida posteriormente.

55 Cuando se desencadena una tarea de replicación correspondiente a una tercera matriz de recuperación ante desastres, la matriz de producción modifica el número de período de tiempo actual desde un valor numérico 3 a un valor numérico 4, de forma que se añada un número con valor numérico 4 a los datos que han de escribirse y la información de dirección transportados en una solicitud de datos de escritura recibida posteriormente.

No obstante, cuando se desencadena otra vez la tarea de replicación correspondiente a la primera matriz de recuperación ante desastres, la matriz de producción modifica el número de período de tiempo actual desde un valor numérico 4 a un valor numérico 5, de forma que se añada un número con valor numérico 5 a los datos que han de

escribirse y la información de dirección transportados en una solicitud de datos de escritura recibida posteriormente. Se parte de que la matriz de producción registra sólo el número de período de tiempo actual. Por lo tanto, en este momento, de acuerdo con esto, solo se envían al primer centro de recuperación ante desastres los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondientes al número 4. Consiguientemente, se omiten los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondientes al número con valor numérico 2 y los datos que han de escribirse y la información de dirección correspondientes al número con valor numérico 3, y los datos almacenados en la primera matriz de recuperación ante desastres son incoherentes con los que se encuentran en la matriz de producción. De modo similar, la segunda y la tercera matrices de recuperación ante desastres se enfrentan también al problema de que los datos recibidos que han de escribirse y la información de dirección están incompletos.

En relación con la Figura 10, ésta muestra una realización del método de replicación de datos propuesto por la presente invención para solucionar el problema. El método se aplica a una matriz de producción que corresponde a al menos dos matrices de recuperación ante desastres. En esta realización de la presente invención, para facilitar la descripción, se hace referencia a la matriz de producción como un primer dispositivo de almacenamiento y a una de las al menos dos matrices de recuperación ante desastres como un segundo dispositivo de almacenamiento. Debe señalarse que se hará referencia posiblemente a las realizaciones mostradas en las figuras 2 a 4 para la ejecución específica de las siguientes etapas.

El método incluye las siguientes etapas:

Etapa 41: cuando se desencadena una tarea de replicación actual, el primer dispositivo de almacenamiento lee un número de período de tiempo actual.

La tarea de replicación puede desencadenarse mediante un temporizador, o hacerse manualmente, o bien desencadenarse mediante otros procedimientos desencadenadores, lo cual no está limitado en la presente memoria. Cuando la tarea de replicación se desencadena, el primer dispositivo de almacenamiento puede leer el número de período de tiempo actual desde un gestor de número de período de tiempo actual. Debe señalarse que, cuando se desencadena la tarea de replicación, el primer dispositivo de almacenamiento modifica el número de período de tiempo actual en un momento de desencadenamiento, y aquí, el número de período de tiempo actual leído por el primer dispositivo de almacenamiento es el número de período de tiempo actual modificado. Para facilitar la descripción, en las siguientes etapas se hace referencia al número de período de tiempo actual antes de la modificación como un número de período de tiempo histórico.

Etapa 42: leer un segundo número, donde el segundo número es un número correspondiente a una última tarea de replicación completada que está correlacionada con la tarea de replicación actual.

En esta realización de la presente invención, el hecho de que la última tarea de replicación completada está correlacionada con la tarea de replicación actual significa que la tarea de replicación actual y la última tarea de replicación completada pertenecen a una misma relación de replicación, y de la anterior descripción, puede deducirse que cada relación de replicación posee un identificador exclusivo. Cuando se desencadena la tarea de replicación, el primer dispositivo de almacenamiento puede recibir el identificador y leer el segundo número de acuerdo con dicho identificador.

En particular, cuando se desencadena la tarea de replicación actual mediante un temporizador, el identificador puede transportarse en el temporizador; y cuando se desencadena la tarea de replicación actual manualmente, el primer dispositivo de almacenamiento puede recibir el identificador en forma de señal o en otras formas.

En esta realización de la presente invención, cada vez que se completa una tarea de replicación, se registra un número correspondiente a la tarea de replicación completada. De modo opcional, puede almacenarse sólo un número correspondiente a la última tarea de replicación completada, y dicho número se actualiza cuando se completa una siguiente tarea de replicación; o bien, puede almacenarse los números correspondientes a todas las tareas de replicación completadas, lo cual no está limitado en la presente memoria.

Es comprensible que se registre un número correspondiente a la última tarea de replicación completada en cada relación de replicación.

Etapa 43: determinar, de acuerdo con el número de período de tiempo actual y el segundo número, un primer número, donde el primer número es un número anterior al número de período de tiempo actual cuando se desencadena la tarea de replicación y el primer número es un número posterior al segundo número.

Por ejemplo, el número de período de tiempo actual es un valor numérico 5 y el segundo número es un valor numérico 2, y cualquier número en un intervalo (2-5) puede determinarse como el primer número. Debe señalarse que el intervalo es un intervalo abierto que excluye el valor numérico 2 y el valor numérico 5.

Etapa 44: replicar datos que han de replicarse e información de dirección de los datos que han de replicarse que se encuentran almacenados en la memoria caché y que corresponden al primer número en un segundo dispositivo de almacenamiento.

En particular, los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse que corresponden al primer número se leen de la memoria caché y los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse se envían al segundo dispositivo de almacenamiento.

Opcionalmente, el primer dispositivo de almacenamiento puede enviar directamente los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse al segundo dispositivo de almacenamiento, o generar una solicitud de datos de escritura de acuerdo con los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse y enviar la solicitud de datos de escritura al segundo dispositivo de almacenamiento.

Opcionalmente, cuando una serie de números satisface la condición de ser anterior al número de período de tiempo actual al momento de desencadenar la tarea de replicación actual y posterior al número correspondiente a la última tarea de replicación completada, y todos los números corresponden a la misma información de dirección, sólo puede enviarse al segundo dispositivo de almacenamiento la información de dirección y los datos que han de replicarse correspondientes a un último número. Dicho último número es el número generado más recientemente. Por ejemplo, se supone que el número de período de tiempo actual se modifica añadiendo 1 cada vez, y el último número es el número con el valor numérico más alto.

En esta realización de la presente invención, cuando se desencadena la tarea de replicación actual, el primer dispositivo de almacenamiento determina el primer número de acuerdo con el número de período de tiempo actual y el segundo número, donde el segundo número es un número correspondiente a la última tarea de replicación anterior a la tarea de replicación actual y el primer número es un número anterior al número de período de tiempo actual en el momento en que se desencadenó la tarea de replicación actual y posterior al segundo número, y replica los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse que se encuentran almacenados en la memoria caché y corresponden al primer número en el segundo dispositivo de almacenamiento. Puesto que todos los números entre el segundo número y el número de período de tiempo actual pueden determinarse como el primer número, siempre que un número se determine como el primer número, los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse que corresponden al número pueden replicarse en el segundo dispositivo de almacenamiento. Por lo tanto, incluso si el número de período de tiempo actual se modifica cuando se desencadena una tarea de replicación correspondiente a otra matriz de recuperación ante desastres, el primer dispositivo de almacenamiento puede seguir encontrando, de acuerdo con el segundo número, los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse que no se encuentran replicados en el segundo dispositivo de almacenamiento, y replicarlos en el segundo dispositivo de almacenamiento, garantizando así la integridad de la replicación.

Opcionalmente, en la realización expuesta, antes de que se desencadene la tarea de replicación actual, el método incluye además:

Recibir una primera solicitud de datos de escritura, donde dicha primera solicitud de datos de escritura incluye los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse; y añadir el primer número a los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse y escribirlos en la memoria caché, donde el primer número es un número de período de tiempo histórico. En particular, el número de período de tiempo histórico se refiere a un número de período de tiempo actual correspondiente a un momento en que se recibió la primera solicitud de datos de escritura. Puede deducirse de las realizaciones mostradas en las figuras 2 a 4 que, cuando se desencadena una tarea de replicación, el número de período de tiempo histórico debe modificarse a un número de período de tiempo actual.

Opcionalmente, el método puede incluir además:

recibir una segunda solicitud de datos de escritura, donde dicha segunda solicitud de datos de escritura incluye datos de destino e información de dirección de los datos de destino;

añadir un tercer número a los datos de destino y la información de dirección de los datos de destino;

determinar si el tercer número es el mismo que el primer número;

cuando el tercer número es el mismo que el primer número, determinar si la información de dirección de los datos de destino es la misma que la información de dirección de los datos que han de replicarse;

cuando la información de dirección de los datos de destino es la misma que la información de dirección de los datos que han de replicarse, sustituir los datos que han de replicarse almacenados en la memoria caché por los datos de destino; y

cuando la información de dirección de los datos de destino no es la misma que la información de dirección de los datos que han de replicarse, escribir, en la memoria caché, los datos de destino y la información de dirección de los datos de destino después de añadir el tercer número.

Cuando el tercer número no es el mismo que el primer número, los datos de destino y la información de dirección de

los datos de destino después de añadir el tercer número se escriben en la memoria caché.

En relación con la Figura 11, ésta es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo de almacenamiento según una realización de la presente invención. Tal y como se muestra en la Figura 11, el dispositivo de almacenamiento incluye:

- 5 un módulo 52 de lectura y escritura, un módulo de determinación 53, y un módulo 54 de replicación.

El módulo 52 de lectura y escritura está configurado para leer un número de período de tiempo actual cuando se desencadena una tarea de replicación actual, y leer un segundo número, donde el segundo número es un número correspondiente a una última tarea de replicación completada que está correlacionada con la tarea de replicación actual.

- 10 El módulo de determinación 53 está configurado para determinar, de acuerdo con el número de período de tiempo actual y el segundo número, un primer número, donde el primer número es un número anterior al número de período de tiempo actual en el momento en que se desencadenó la tarea de replicación actual y el primer número es un número posterior al segundo número.

- 15 El módulo 54 de replicación está configurado para replicar los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse almacenados en la memoria caché y correspondientes al primer número en un segundo dispositivo de almacenamiento.

- 20 En la realización de la presente invención, cuando se desencadena la tarea de replicación actual, el primer dispositivo de almacenamiento determina el primer número de acuerdo con el número de período de tiempo actual y el segundo número, donde el segundo número es un número correspondiente a la última tarea de replicación completada antes de la tarea de replicación actual, el primer número es un número anterior al número de período de tiempo actual en el momento en que se desencadenó la tarea de replicación actual y posterior al segundo número, y replica los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse almacenados en la memoria caché y correspondientes al primer número en el segundo dispositivo de almacenamiento. Puesto que todos los números entre el segundo número y el número de período de tiempo actual pueden determinarse como el primer número, siempre que un número se determine como el primer número, los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse correspondientes al número pueden replicarse en el segundo dispositivo de almacenamiento. Por lo tanto, incluso si el número de período de tiempo actual se modifica cuando se desencadena una tarea de replicación correspondiente a la matriz de recuperación ante desastres, el primer dispositivo de almacenamiento puede seguir encontrando, de acuerdo con el segundo número, los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse que no estén replicados en el segundo dispositivo de almacenamiento, y replicarlos en el segundo dispositivo de almacenamiento, garantizando así la integridad de la replicación.

Opcionalmente, el dispositivo de almacenamiento puede incluir además un módulo 55 de registro, configurado para registrar el segundo número.

- 35 Opcionalmente, el hecho de que la última tarea de replicación completada está correlacionada con la tarea de replicación actual significa que la tarea de replicación actual y la última tarea de replicación completada pertenecen a una misma relación de replicación; y el dispositivo de almacenamiento incluye además un módulo 51 de recepción.

El módulo 51 de recepción está configurado para recibir un identificador correspondiente a la relación de replicación.

- 40 El módulo de lectura y escritura está configurado, en particular, para leer, de acuerdo con el identificador, el segundo número correspondiente a la tarea de replicación actual.

Opcionalmente, el módulo 51 de recepción está configurado para recibir una primera solicitud de datos de escritura antes de que se desencadene la tarea de replicación actual, donde la primera solicitud de datos de escritura incluye los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse; y

- 45 el módulo 52 de lectura y escritura está configurado además para añadir el primer número a los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse, y escribirlos en la memoria caché, donde el primer número es un número de período de tiempo histórico. El número de período de tiempo actual se forma modificando el número de período de tiempo histórico.

- 50 Opcionalmente, el módulo 54 de replicación está configurado, en particular, para cuando la información de dirección corresponde a una pluralidad de números, determinar un último número de estos números correspondiente a la información de dirección como el primer número; y replicar los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse almacenados en la memoria caché y correspondientes al primer número en el segundo dispositivo de almacenamiento.

El dispositivo de almacenamiento proporcionado por esta realización de la presente invención se usa para ejecutar el método de replicación de datos descrito en la realización expuesta. Puede consultarse la descripción de la

realización del método para obtener una descripción detallada de las funciones de los módulos; no se ofrecen más detalles en la presente memoria.

Como puede verse en la Figura 12, ésta muestra un dispositivo de almacenamiento proporcionado por una realización de la presente invención, que incluye lo siguiente:

- 5 Un procesador 101, una memoria 102, un bus 105 de sistema (para abreviar, bus), y una interfaz 103 de comunicaciones. El procesador 101, la memoria 102 y la interfaz 103 de comunicaciones se encuentran conectados y se comunican entre sí mediante el bus 105 de sistema.

10 El procesador 101 puede ser una unidad de procesamiento central de núcleo único o de múltiples núcleos, o un circuito integrado específico, o estar configurado con uno o más circuitos integrados que implementan las realizaciones de la presente invención.

La memoria 102 puede ser una memoria RAM de alta velocidad, o una memoria no volátil (memoria no volátil), por ejemplo, al menos una memoria de disco magnético.

La interfaz 103 de comunicaciones está configurada para comunicarse con un dispositivo de almacenamiento.

15 La memoria 102 está configurada para almacenar una instrucción ejecutable 1021 del ordenador. En particular, la instrucción ejecutable 1021 del ordenador puede incluir código de programa.

Cuando un ordenador está en funcionamiento, el procesador 101 ejecuta la instrucción ejecutable 1021 del ordenador y puede ejecutar el proceso de método ilustrado en la Figura 10.

20 En las diversas realizaciones expuestas en la presente aplicación, debe entenderse que el dispositivo y método descritos pueden incrementarse de otras maneras. Por ejemplo, la realización del dispositivo descrito es meramente ejemplificativa. Por ejemplo, la división de módulos es meramente una división de funciones lógicas y en la implementación real puede haber otras divisiones. Por ejemplo, una pluralidad de módulos o componentes puede combinarse o integrarse en otro dispositivo, o algunas funciones pueden ignorarse o no llevarse a cabo. Además, los acoplamientos mutuos o acoplamientos directos o conexiones de comunicación mostrados o expuestos pueden implementarse utilizando algunas interfaces. Los acoplamientos o conexiones de comunicaciones indirectos entre
25 los aparatos o módulos pueden implementarse de forma electrónica, mecánica o de otras formas.

Los módulos descritos como partes separadas pueden estar o no separados físicamente, y las partes mostradas como módulos pueden ser o no submódulos físicos, pueden estar ubicados en una posición, o pueden estar distribuidos en una pluralidad de submódulos de red. Algunos o la totalidad de los módulos pueden seleccionarse para lograr los objetivos de la solución de la realización de acuerdo con las necesidades reales.

30 Además, los módulos de función en las realizaciones de la presente invención pueden integrarse en un módulo de procesamiento, o cada uno de los módulos puede existir solo físicamente, o dos o más módulos pueden integrarse en un módulo.

35 Las personas con experiencia ordinaria en la técnica pueden comprender que la totalidad o parte de las etapas de las realizaciones expuestas puede implementarse mediante hardware, o puede implementarse mediante un programa que dé instrucciones al hardware correspondiente. El programa puede estar almacenado en un medio de almacenamiento legible por ordenador. El medio de almacenamiento puede ser una memoria de sólo lectura, un disco magnético o un disco óptico.

Por último, debe señalarse que las realizaciones expuestas tienen un fin meramente descriptivo de las soluciones técnicas de la presente invención y no pretenden limitarla.

40

REIVINDICACIONES

1. Un método de replicación de datos, que comprende:
determinar (E41), mediante un primer dispositivo de almacenamiento, cuándo se desencadena una primera tarea de replicación;
5 leer (E41) un número de período de tiempo actual;
modificar (E104, E304) el número de período de tiempo actual;
el método se caracteriza por lo siguiente:
leer (E106, E42) un segundo número, donde el segundo número es un número correspondiente a una última tarea de replicación completada que está correlacionada con la tarea de replicación actual;
10 determinar (E107, E43) un primer número de acuerdo con el número de período de tiempo actual modificado y el segundo número, donde el primer número es un número anterior al número de período de tiempo actual modificado y el primer número es un número posterior al segundo número; y
replicar (E108, E43) los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse almacenados en una memoria caché del primer dispositivo de almacenamiento y correspondientes al primer número
15 en un segundo dispositivo de almacenamiento.
2. El método según la reivindicación 1, en la que la tarea de replicación correlacionada con la tarea de replicación actual se refiere a una tarea de replicación que pertenece a una misma relación de replicación que la tarea de replicación actual;
cuando se desencadena una tarea de replicación actual, el método comprende además: recibir un identificador correspondiente a la relación de replicación; y
20 la lectura de un segundo número comprende:
leer el segundo número de acuerdo con el identificador.
3. El método según la reivindicación 1, en el que, antes de que se desencadene la tarea de replicación actual, el método comprende además:
25 recibir (E101) una primera solicitud de datos de escritura, en la que la primera solicitud de datos de escritura comprende datos que han de replicarse e información de dirección de los datos que han de replicarse; y
añadir (E102) el primer número a los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse, y
30 escribir (E102) los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse a los que se ha añadido el número de período de tiempo actual en la memoria caché.
4. El método según la reivindicación 1, en el que la replicación de los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse almacenados en una memoria caché del primer dispositivo de almacenamiento y correspondientes al primer número en un segundo dispositivo de almacenamiento comprende:
cuando la información de dirección corresponde a una pluralidad de números, determinar que un último número de los números correspondientes a la información de dirección es el primer número; y
35 replicar los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse almacenados en la memoria caché y correspondientes al primer número en el segundo dispositivo de almacenamiento.
5. Un dispositivo de almacenamiento, que comprende:
40 un módulo (53) de determinación, configurado para determinar cuándo se desencadena una tarea de replicación;
un módulo (52) de lectura y escritura, configurado para leer un número de período de tiempo actual; modificar el número de período de tiempo actual; y caracterizado por que el módulo (52) de lectura y escritura está configurado además para leer un segundo número, en el que el segundo número
es un número correspondiente a la última tarea de replicación completada que está correlacionada con la tarea de replicación actual;
45 y por que

- el módulo (53) de determinación está configurado además para determinar un primer número de acuerdo con el número de período de tiempo actual y el segundo número, en el que el primer número es un número anterior al número de período de tiempo actual modificado y el primer número es un número posterior al segundo número; y
- 5 un módulo (54) de replicación, configurado para replicar datos que han de replicarse e información de dirección de los datos que han de replicarse almacenados en una memoria caché del primer dispositivo de almacenamiento y correspondientes al primer número en un segundo dispositivo de almacenamiento.
6. El dispositivo de almacenamiento según la reivindicación 5, en el que la tarea de replicación correlacionada con la tarea de replicación actual se refiere a una tarea de replicación que pertenece a una misma relación de replicación que la tarea de replicación actual;
- 10 el dispositivo de almacenamiento comprende además: un módulo (51) de recepción;
- el módulo (51) de recepción está configurado para recibir un identificador correspondiente a la relación de replicación; y
- el módulo (52) de lectura y escritura está configurado en particular para leer el segundo número de acuerdo con el identificador.
- 15 7. El dispositivo de almacenamiento según la reivindicación 5, en el que el módulo (51) de recepción está configurado además para recibir una primera solicitud de datos de escritura antes de que se desencadene la tarea de replicación actual, en el que la primera solicitud de datos de escritura comprende los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse; y
- 20 el módulo (52) de lectura y escritura está configurado además para añadir el primer número a los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse, y escribir los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse a los que se ha añadido el número de período de tiempo actual en la memoria caché.
8. El dispositivo de almacenamiento según la reivindicación 5, en el que el módulo (54) de replicación está configurado en particular para cuando la información de dirección corresponde a una pluralidad de números, determinar un último número de los números correspondientes a la información de dirección como el primer número; y replicar los datos que han de replicarse y la información de dirección de los datos que han de replicarse almacenados en la memoria caché y correspondientes al primer número en el segundo dispositivo de almacenamiento.
- 25

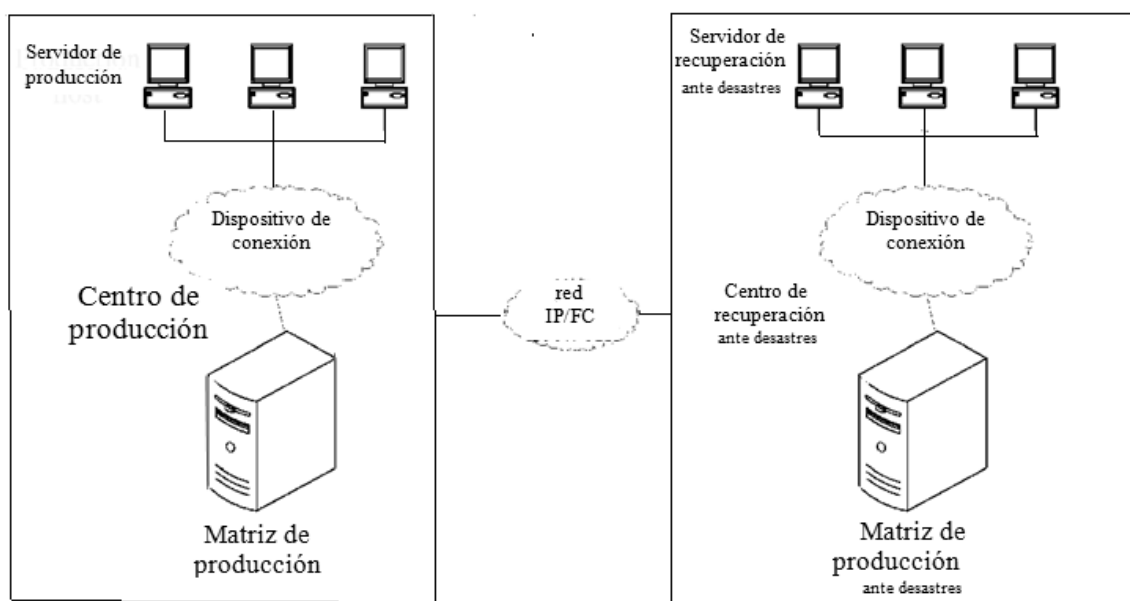


FIG. 1

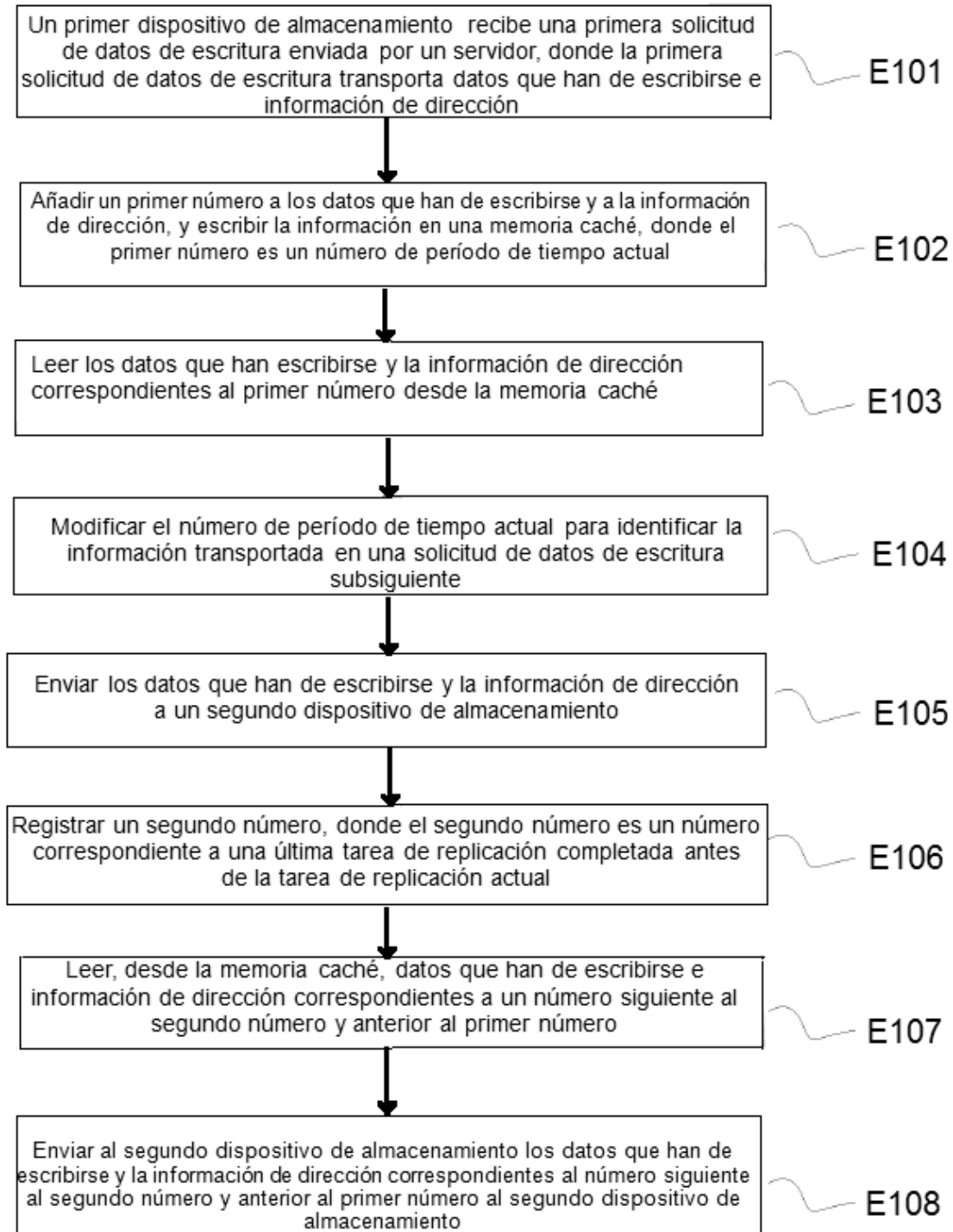


Figura 2

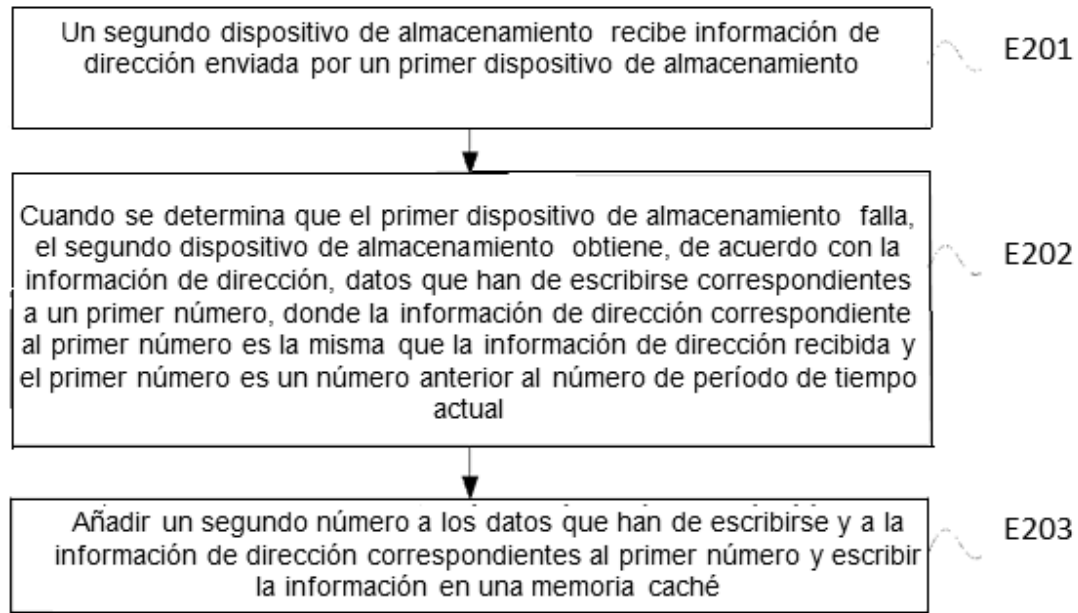


FIG. 3

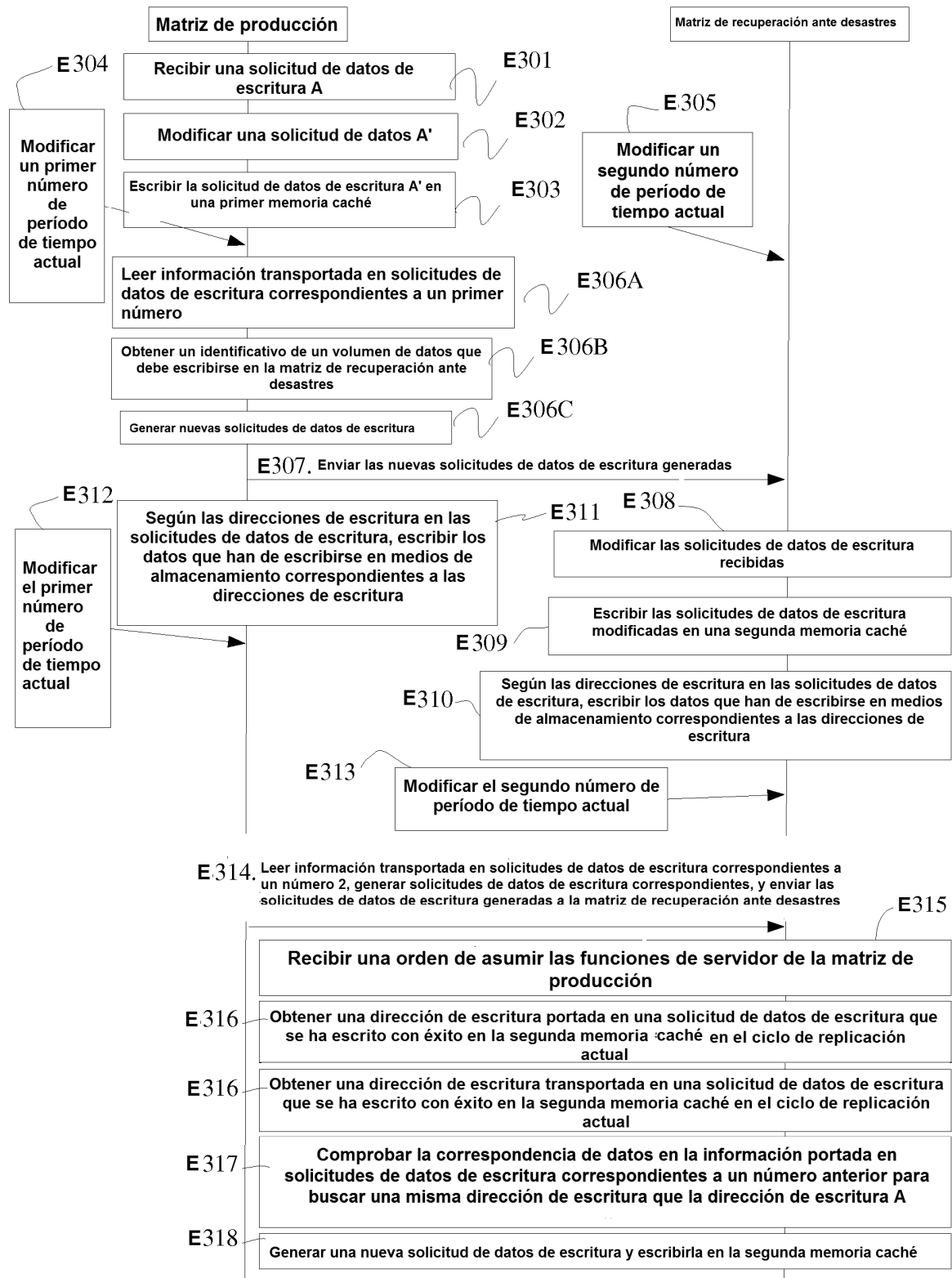


FIG. 4

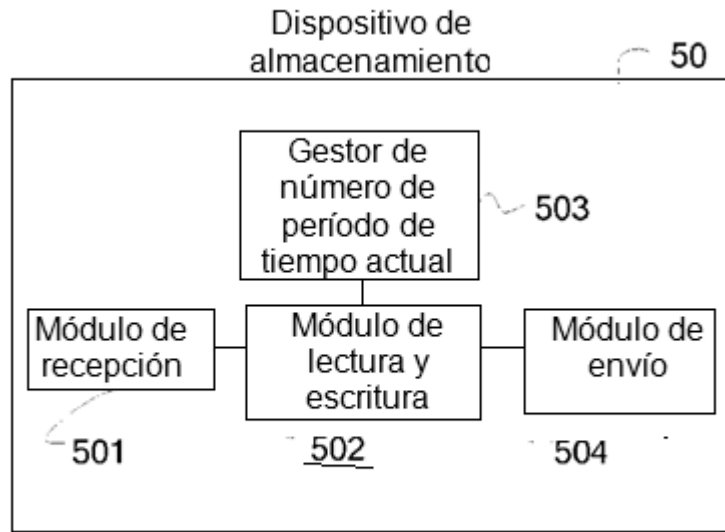


FIG. 5

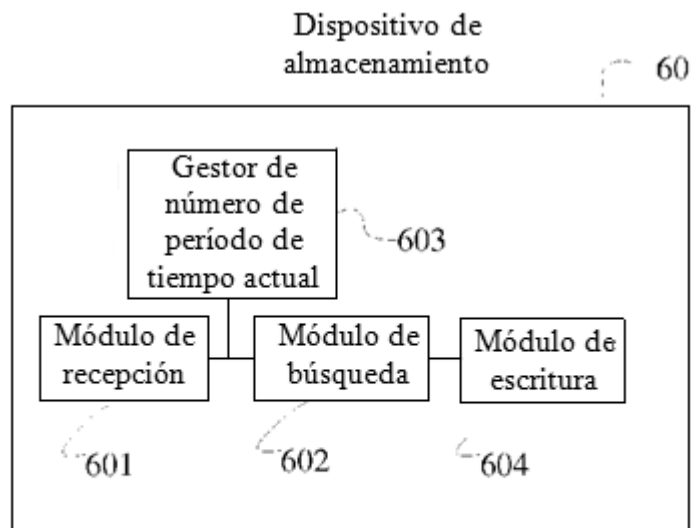


FIG. 6

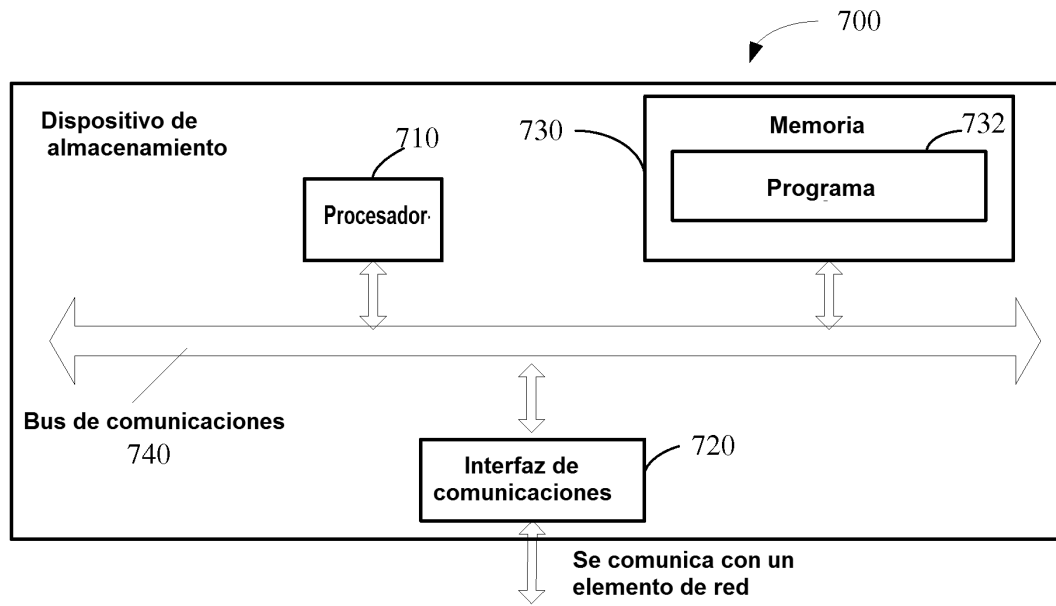


FIG. 7

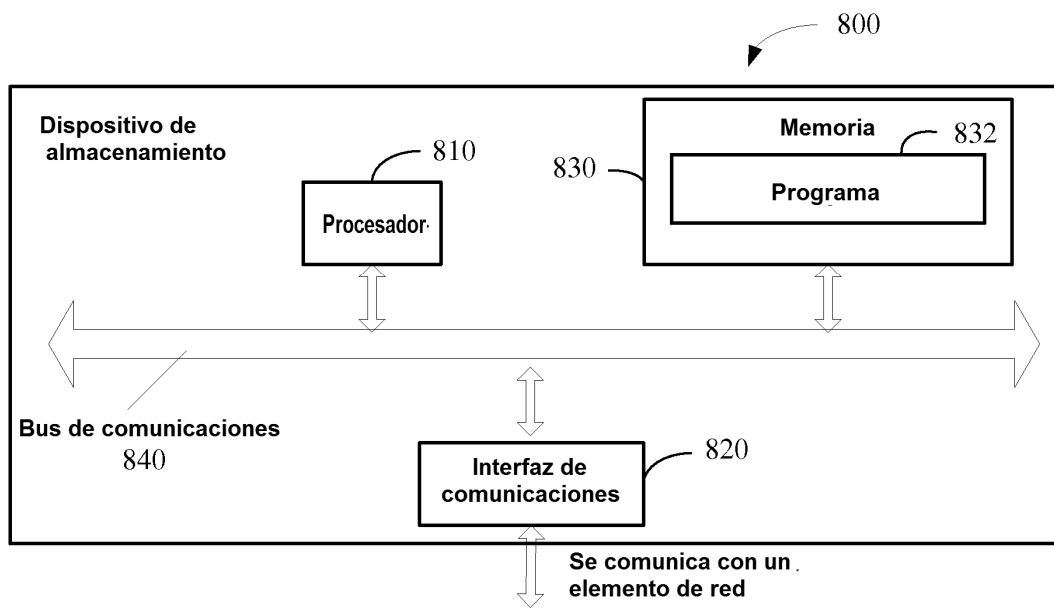


FIG. 8

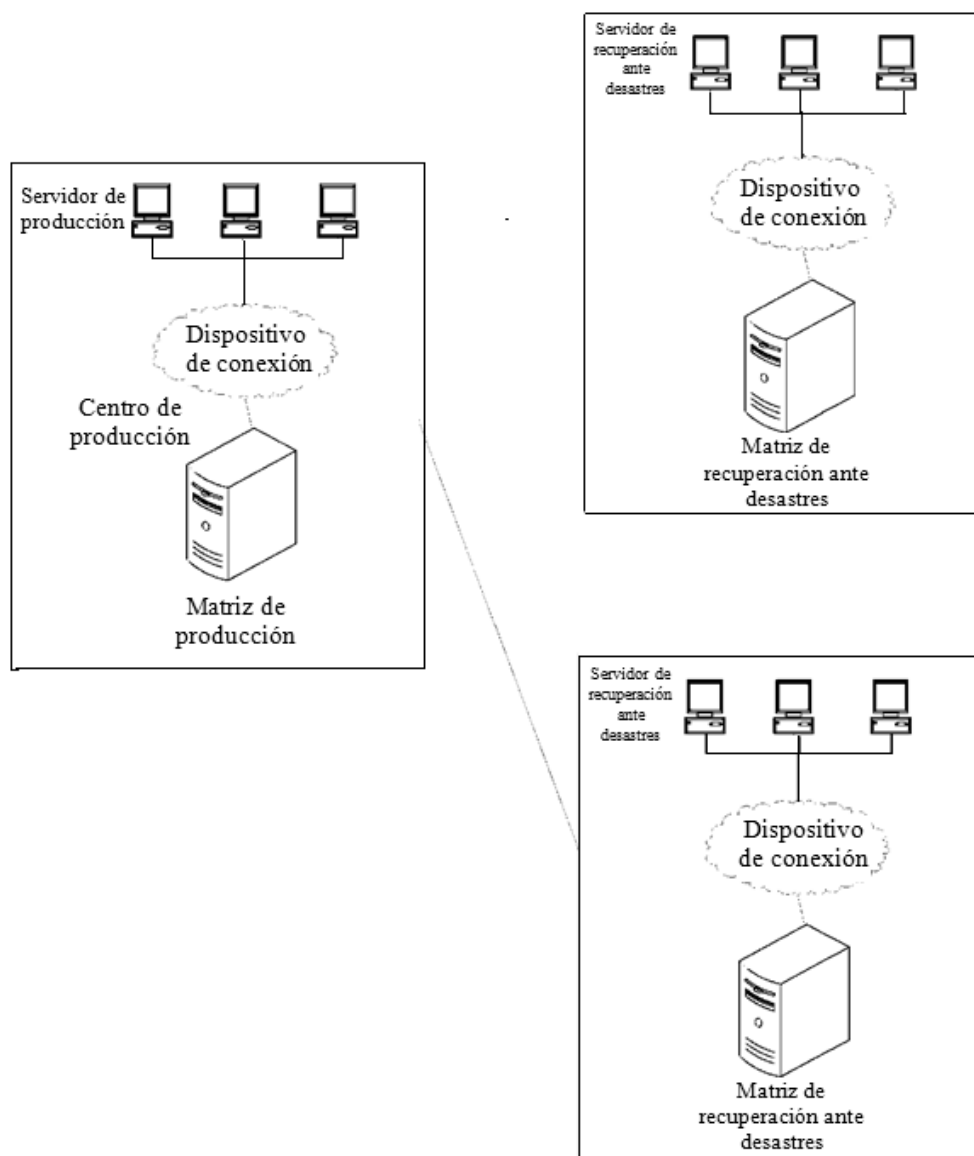


FIG. 9

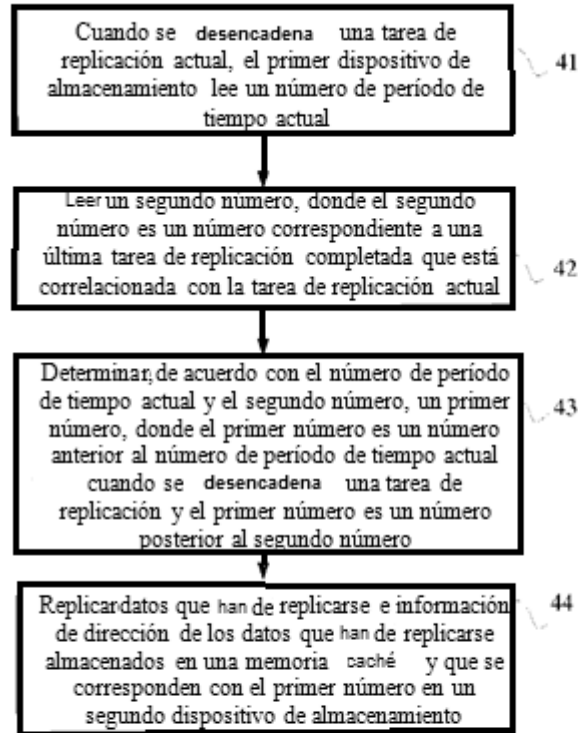


FIG. 10

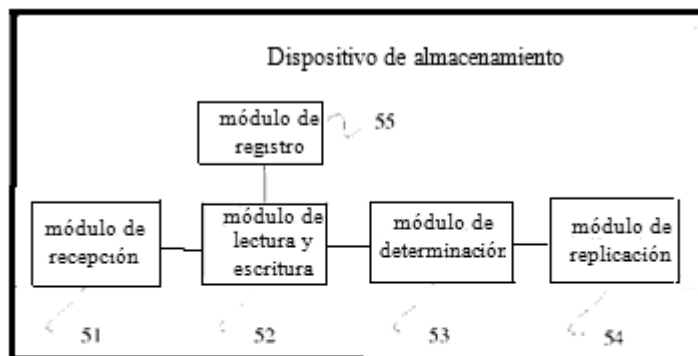


FIG. 11

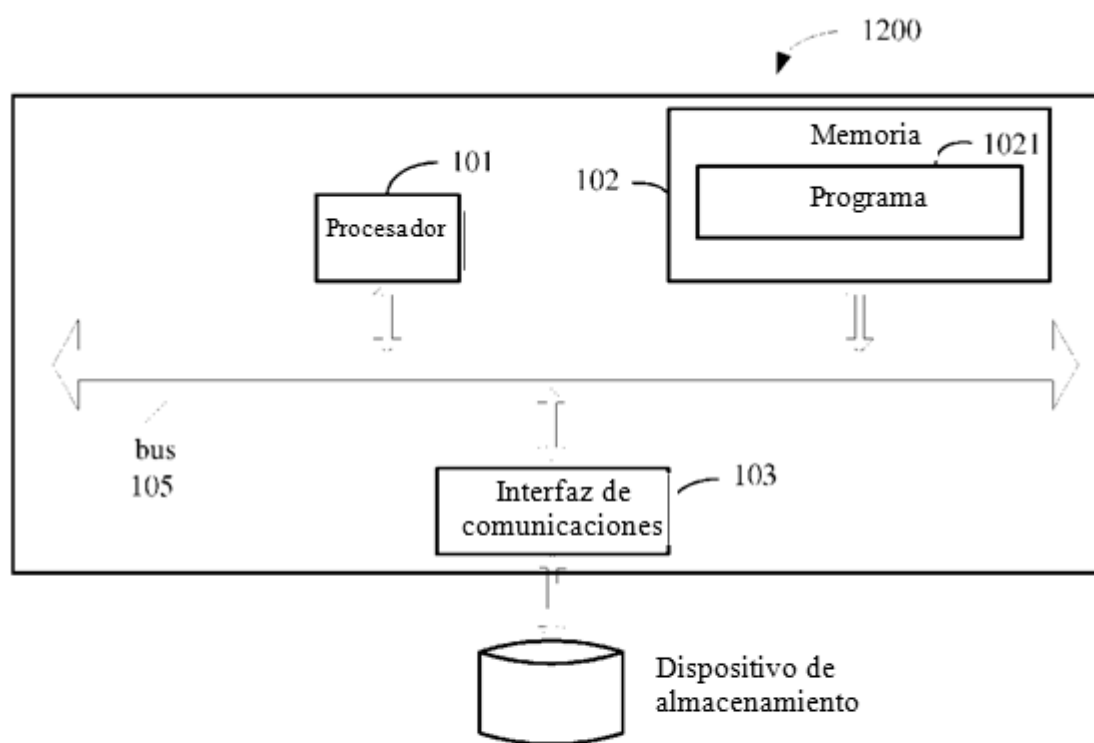


FIG. 12