

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 600 914**

51 Int. Cl.:

G06F 11/14 (2006.01)

G06F 11/20 (2006.01)

G06F 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.06.2012 PCT/US2012/042107**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.12.2012 WO12177445**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.06.2012 E 12802797 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.08.2016 EP 2721498**

54 Título: **Gestión de almacenamiento virtual replicado en sitios de recuperación**

30 Prioridad:

20.06.2011 US 201113163760

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

13.02.2017

73 Titular/es:

**MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING, LLC
(100.0%)
One Microsoft Way
Redmond, WA 98052, US**

72 Inventor/es:

**CHIRUVOLU, PHANI;
SINHA, GAURAV;
SINGH, DEVDEEP;
OSHINS, JACOB y
ECK, CHRISTOPHER L.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 600 914 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

Gestión de almacenamiento virtual replicado en sitios de recuperación

Antecedentes

5 Con la fuerte dependencia de las necesidades informáticas por las empresas y los individuos, la necesidad de servicio informático ininterrumpido se ha hecho cada vez más vital. Muchas organizaciones desarrollan planes de continuidad de negocio para asegurar que las funciones de negocio críticas disfrutarán de operación continua y permanecerán disponibles frente a mal funcionamiento de la máquina, cortes de energía, desastres naturales y otras interrupciones que puedan cortar la continuidad normal del negocio.

10 Las interrupciones locales pueden provocarse, por ejemplo, por fallos de hardware u otros en servidores locales, problemas de software o firmware que dan como resultado detención del sistema y/o re-arranque, etc. Las soluciones locales pueden incluir técnicas de agrupación y virtualización de servidores para facilitar la prevención frente a fallos. Las técnicas de prevención frente a fallos locales que usan virtualización proporcionan la capacidad de continuar operando en una máquina o máquina virtual diferente si la máquina original o máquina virtual falla. El software puede reconocer que un sistema operativo y/o aplicación ya no está funcionando, y puede iniciarse otra instancia del sistema operativo y aplicación o aplicaciones en otra máquina o máquina virtual para retomar donde lo dejó la anterior. Por ejemplo, puede configurarse un hipervisor para determinar que un sistema operativo ya no está ejecutándose, o el software de gestión de aplicación puede determinar que una aplicación ya no está funcionando que puede a su vez notificar a un hipervisor o sistema operativo que una aplicación ya no se está ejecutando. Las soluciones de alta disponibilidad pueden configurar que tenga lugar la prevención frente a fallos, por ejemplo, desde una máquina a otra en un sitio común, o como se describe a continuación desde un sitio a otro. Otras configuraciones de prevención frente a fallos son también posibles para otros fines tales como pruebas, donde incluso puede activarse la prevención frente a fallos desde una máquina virtual a otra máquina virtual en la misma máquina.

25 La recuperación frente a desastres se refiere a mantener la continuidad de negocio en una escala mayor. Ciertos escenarios de fallo impactan a más de un sistema operativo, máquina virtual o máquina física. Los funcionamientos incorrectos a un nivel superior pueden provocar fallos de alimentación u otros problemas que afectan un sitio entero, tales como la tecnología de la información (IT) u otro centro informático de un negocio. Los desastres naturales y otros pueden impactar a una empresa que puede provocar que se caigan algunos, y a menudo todos, los sistemas informáticos de un sitio. Para proporcionar recuperación frente a desastres, las empresas hoy en día pueden respaldar un sistema en ejecución en cita u otro medio físico, y enviar por correo electrónico o suministrarlo de otra manera a otro sitio. Cuando un centro de datos se va fuera de línea por alguna razón, el centro de datos de respaldo puede hacerse cargo de las operaciones con el medio de respaldo. Entre otras desventajas, el procedimiento de proporcionar el medio físico es complejo, los respaldos tienen intervalos de tiempo significativos entre sí, y los sistemas de recuperación pueden estar días desactualizados.

35 El documento US 2009/113109 desvela copiar un estado de una máquina virtual primaria a una máquina virtual de respaldo. Se registran múltiples cambios de estado de la máquina virtual primaria hasta que reanuda la máquina virtual de respaldo en la máquina de respaldo.

Sumario

40 Se describen técnicas que implican la replicación de almacenamiento, incluyendo almacenamiento virtual asociado con máquinas virtuales. Una técnica representativa incluye un aparato que puede recibir almacenamiento virtual replicado de una máquina virtual replicada, incluyendo al menos un disco virtual base replicado que corresponde sustancialmente a un disco virtual base primario a replicarse. Un receptor recibe copias de discos de diferenciación u otras formas de actualizaciones de almacenamiento virtual, cada una de las cuales está asociada con el disco virtual base primario como descendientes de las mismas. Un módulo de gestión de replicación está configurado para disponer las copias recibidas de los discos de diferenciación con relación al disco virtual base replicado de tal manera que corresponde a cómo se dispusieron los discos de diferenciación con relación al disco virtual base primario.

50 Una implementación particular de una técnica de este tipo implica que las copias de los discos de diferenciación sean de una pluralidad de tipos de replicación o "copia", donde el módulo de gestión de replicación está configurado para disponer la pluralidad de tipos de replicación con relación al disco virtual base replicado como si se dispusieran con relación al disco virtual base primario. Ejemplos de la pluralidad de tipos incluyen copias de los discos de diferenciación que se obtuvieron después de una o más aplicaciones que operan en la máquina virtual preparadas por sí mismas para la copia, y copias de los discos de diferenciación que se obtuvieron sin aviso o preparación para la copia.

55 En otra realización representativa, se proporciona un procedimiento implementado por ordenador para facilitar la replicación de almacenamiento virtual. Se almacena una imagen de disco virtual base de un disco virtual que está asociada con una máquina virtual. Los cambios al disco virtual se almacenan grabando los cambios a un disco de diferenciación de lectura-escritura actual en la parte superior de una cadena de discos que incluye la imagen de

disco virtual base y cualquier disco de diferenciación intermedio. En una base regular o irregular, se crean cambios de las copias transferibles del disco virtual para almacenamiento replicado replicando el disco de diferenciación de lectura-escritura actual y prohibiendo cambios adicionales al mismo, creando un nuevo disco de diferenciación actual en la parte superior de la cadena de discos, y transfiriendo las copias de los discos de diferenciación para el almacenamiento replicado.

En otra realización representativa, se proporciona uno o más medios legibles por ordenador que tienen instrucciones almacenadas en los mismos que son ejecutables mediante un sistema informático para realizar diversas funciones. Las funciones incluyen crear una cadena de instantáneas de sólo lectura de un disco de diferenciación de la máquina virtual, creándose un nuevo disco de diferenciación después de cada instantánea que proporciona capacidad de lectura y escritura en el extremo de la cadena. Se incluye una pluralidad de tipos de instantánea en la cadena, incluyendo al menos un tipo de instantánea consistente de aplicación y un tipo de instantánea consistente de fallo. Se crea una cadena replicada de las instantáneas de sólo lectura, que corresponde a la cadena de instantáneas de sólo lectura del disco de diferenciación de la máquina virtual. Se facilita la selección de una de las instantáneas de sólo lectura en la cadena replicada como un punto de restauración para iniciar una máquina virtual replicada. La máquina virtual replicada se inicia desde una seleccionada de las instantáneas de sólo lectura y que incluye una o más de las instantáneas de sólo lectura que siguen el punto de restauración seleccionado en la serie.

La presente invención se refiere a un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, un procedimiento implementado por ordenador de acuerdo con la reivindicación 5 y un medio legible por ordenador de acuerdo con la reivindicación 7.

Las reivindicaciones dependientes se refieren a realizaciones preferidas de la presente invención.

Este resumen se proporciona para introducir una selección de conceptos en una forma simplificada que se describen adicionalmente a continuación en la descripción detallada. Este resumen no se pretende para identificar características clave o características esenciales de la materia objeto reivindicada, ni se pretende que se use para limitar el alcance de la materia objeto reivindicada.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 ilustra en general una realización representativa para replicar máquinas virtuales usando discos de diferenciación;

Las Figuras 2A y 2B representan entornos informáticos representativos en los que puede implementarse la replicación de acuerdo con la divulgación;

La Figura 3 ilustra una manera representativa en la que un entorno de ordenador/servidor primario puede facilitar su recuperación frente a desastres y tener sus datos replicados a medida que cambia con el tiempo;

Las Figuras 4A y 4B representan estados sucesivos de una cadena de discos representativa a medida que se modifica el almacenamiento virtual y se realiza una o más copias;

La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra una manera representativa en la que se mantiene la vista de datos de una máquina virtual replicada en sincronización con su homóloga en el servidor primario;

La Figura 6 representa un disco virtual replicado y una cadena de discos replicados que corresponde a la porción conservada del almacenamiento virtual en el sitio primario que se está replicando;

Las Figuras 7A-7F ilustran un ejemplo representativo para replicar de manera asíncrona el almacenamiento de una máquina virtual u otra entidad informática desde un primer entorno informático en al menos otro entorno informático;

La Figura 8 ilustra un ejemplo para planificar instantáneas u otras copias de un disco base o de diferenciación;

La Figura 9 ilustra un ejemplo del enlace, y modificaciones al enlace de discos de diferenciación replicados, cuando se accede a la cadena de discos;

La Figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra características representativas desde la perspectiva de al menos un servidor primario en el sitio primario que ha de tener su almacenamiento replicado;

La Figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra características representativas desde la perspectiva de al menos un servidor de recuperación en el sitio de recuperación que está replicando una máquina o máquinas virtuales; y

La Figura 12 representa un sistema informático representativo en el que pueden implementarse los principios descritos en el presente documento.

Descripción detallada

En la siguiente descripción, se hace referencia a los dibujos adjuntos que representan ejemplos de implementación representativos. Se ha de entender que pueden utilizarse otras realizaciones e implementaciones, ya que pueden hacerse cambios estructurales y/u operacionales sin alejarse del alcance de la divulgación.

La divulgación se refiere en general a replicación y recuperación de datos. Aunque los principios descritos en el presente documento son aplicables a cualquier replicación de datos desde un dispositivo o instalación de almacenamiento de datos a otro dispositivo o instalación de datos, numerosas realizaciones en esta divulgación se describen en el contexto de recuperación frente a desastres donde se proporcionan datos replicados y recursos de procesamiento fuera del sitio del centro informático primario. Debería reconocerse, sin embargo, que los principios descritos en el presente documento son aplicables independientemente de la distancia o manera en la que se

transfieren los datos replicados al sitio o sitios de recuperación. Ciertas realizaciones se describen también en el contexto de máquinas virtuales, aunque los principios son igualmente aplicables a máquinas físicas y su almacenamiento disponible.

5 Como se ha indicado anteriormente, la información de respaldo de sistema a menudo se realiza en medio físico y se proporciona físicamente a un sitio de recuperación remoto. Cuando un centro de datos va fuera de línea, el centro de datos de respaldo puede hacerse cargo de operaciones con el medio de respaldo. Proporcionar de manera repetitiva medio físico al sitio de recuperación es engorroso. La recuperación implicaría usar datos de respaldo ya disponibles en el sitio de recuperación, que podrían ser de un día o más anteriores, o la recuperación tendría que esperar hasta que lleguen datos de replicación más recientes en el sitio de recuperación. Estas soluciones no proporcionan un alto grado de continuidad de negocio.

10 Podría obtenerse y entregarse electrónicamente un respaldo completo de datos en un sitio primario a un sitio de recuperación. Sin embargo, el tamaño de las transmisiones de datos podría ser muy grande, haciendo la organización regular y transmisión final de tal información inmanejable. Proporcionar datos replicados en una base poco frecuente para mitigar estos problemas de transmisión puede dar como resultado menos recuperación deseable cuando sea necesario, ya que los datos cambiados pueden perderse en los largos periodos de tiempo entre respaldos. Crear estrategias de recuperación frente a desastres usando respaldos de esta manera conduce a procedimientos complejos con objetivo de punto de recuperación (RPO) y objetivo de tiempo de recuperación (RTO) muy altos.

20 El procedimiento de recuperación frente a desastres puede simplificarse teniendo una copia replicada de un almacenamiento de máquina, o de una máquina virtual, en un sitio diferente del sitio donde se está ejecutando el servidor o servidores primarios. Como se usa en el presente documento, a menos que se indique de otra manera, una "copia" se refiere en general a una replicación de la máquina virtual o almacenamiento de máquina virtual en cuestión. Por lo tanto, "replicación" y "copia" pueden usarse de manera intercambiable en el presente documento. Pueden realizarse las actualizaciones desde el servidor primario a la copia replicada de la máquina virtual o almacenamiento. Replicar una máquina virtual se diferencia de respaldar una aplicación o pila de sistema operativo, ya que la replicación de una máquina virtual implica replicar tanto el almacenamiento como la configuración de la máquina virtual, y la carga de trabajo llega al sitio de recuperación en una condición donde no requiere reconfiguración. Por ejemplo, el contenedor de la máquina virtual ya tendrá el número correcto de interfaces de red y otras tales configuraciones, y se configuran de la manera en la que la carga de trabajo está esperando.

30 La divulgación proporciona mecanismos y procedimientos que posibilitan la replicación de datos asociados con una máquina virtual o física. Por ejemplo, en el contexto de máquinas virtuales, la divulgación proporciona maneras que posibilitan la replicación de uno o más datos de máquinas virtuales que pueden mantenerse en forma de discos virtuales u otros ficheros similares. Entre otras cosas, la divulgación también trata mecanismos y procedimientos que posibilitan a los usuarios de sitio de recuperación utilizar una copia replicada de la máquina virtual en el caso de que un desastre u otra ocurrencia impacte la capacidad del sitio primario para continuar normalmente.

35 Se describen a continuación diversas realizaciones en términos de máquinas virtuales. La virtualización se refiere en general a una abstracción de recursos físicos, que puede utilizarse en escenarios de cliente y servidor. La emulación de hardware implica el uso de software que representa hardware con el que el sistema operativo típicamente interactuaría. El software de emulación de hardware puede soportar sistemas operativos de invitado, y software de virtualización tal como un hipervisor puede establecer una máquina virtual (VM) en la que opera un sistema operativo de invitado. Gran parte de la descripción del presente documento se describe en el contexto de máquinas virtuales, pero los principios son igualmente aplicables a máquinas físicas que no emplean virtualización.

45 La Figura 1 ilustra en general una realización representativa para replicar máquinas virtuales usando discos de diferenciación. Un primer sitio 100 puede incluir uno o más sistemas 102-104 informáticos de anfitrión que pueden alojar una o más máquinas virtuales (VM) 106. El sistema 102 informático tiene almacenamiento asociado, y en el ejemplo de la Figura 1 la máquina 106 virtual tiene el almacenamiento virtual (VS) 108 asociado. El almacenamiento virtual puede representar, por ejemplo, un disco duro virtual que en general representa almacenamiento lógico típicamente proporcionado como un fichero o ficheros de imagen de disco. La máquina 106 virtual ve el almacenamiento 108 virtual como su disco duro u otro dispositivo de almacenamiento similar.

50 En una realización, la replicación de datos almacenados u otra información en el almacenamiento 108 virtual incluye el uso de una cadena o árbol de estado de almacenamiento, donde la parte superior de la cadena (también denominada en el presente documento como el extremo del árbol) proporciona tanto capacidad de lectura como de escritura para registrar cambios escritos en el almacenamiento virtual. Por ejemplo, el almacenamiento 108 virtual puede representar un disco duro virtual que tiene un formato de fichero de disco duro virtual (VHD). El árbol de almacenamiento puede incluir un disco 110 virtual base, y uno o más discos 112A-112n de diferenciación que están asociados con el disco 110 virtual base. El disco 112A de diferenciación que es el hijo del disco 110 virtual base captura cambios en el almacenamiento 108 virtual. Como se describe más completamente a continuación, un disco de diferenciación tal como el disco 112A de diferenciación puede preservarse a través de protección de escritura, y puede crearse un nuevo disco de diferenciación tal como el disco 112B de diferenciación para aceptar cambios en el almacenamiento 108 virtual desde ese punto hacia delante. Esto puede continuar a través de cualquier número de

discos 112n de diferenciación, creando de esta manera una cadena de discos virtuales preservados y un disco 112n de diferenciación para capturar nuevos cambios.

Se proporciona al menos un segundo sitio 150 que incluye uno o más sistemas 152, 153, 154 informáticos de anfitrión donde la información replicada del primer sitio 100 puede recibirse y almacenarse, y donde pueden iniciarse operaciones informáticas de recuperación en el caso de desastre u otro evento presentando al primer sitio 100 sin poder continuar sus responsabilidades informáticas. El primer sitio 100 y el segundo sitio 150 se comunican por medio de enlaces 130 de comunicación, que pueden implicar cualquier tipo de interfaz de comunicación electrónica tal como cableado directo, redes alámbricas, redes inalámbricas y similares y cualquier combinación de las mismas. Una replicación de la máquina 106 virtual puede proporcionarse al segundo sitio 150 por medio de medios electrónicos o de otra manera para proporcionar la máquina 156 virtual replicada. De manera similar, los discos 112A-112n de diferenciación u otras porciones del almacenamiento 108 virtual designadas para capturar cambios en el almacenamiento 108 virtual pueden transferirse cuando se han protegido los datos de operaciones de escritura adicionales, como se describe más completamente a continuación. El almacenamiento 158 virtual replicado corresponde por lo tanto a lo que se ha transferido desde el almacenamiento 108 virtual en el sitio primario 100.

El almacenamiento, tal como el almacenamiento 108 virtual en el primer sitio 100, podría hacer fluir sus datos al segundo sitio de manera asíncrona. Sin embargo, en una disposición de este tipo, si el primer sitio 100 fallara, sería difícil que el segundo sitio 150 conociera lo que se ha transferido satisfactoriamente y si el almacenamiento es coherente. La presente divulgación describe que las instantáneas (u otras imágenes fijas) de los discos 112A-112n de diferenciación del primer sitio 100 se crean y transfieren al segundo sitio 150. Usar una característica de creación de instantáneas posibilita la replicación asíncrona del almacenamiento 108 de una máquina 106 virtual de un lugar a otro. De esta manera, si un servidor o servidores primarios en el primer sitio 100 fallan o van fuera de línea de otra manera, no habrá diferencias entre las instantáneas y los datos que se replicaron. En consecuencia, se sabrá qué los datos se han recibido en el segundo sitio 150. La divulgación contempla por lo tanto que el primer sitio 100 transfiera instantáneas u otras imágenes de discos de diferenciación a tiempos particulares al segundo sitio 150.

Por ejemplo, cuando se obtiene una replicación del almacenamiento 108 virtual, puede implicar adicionalmente transferir datos del disco de diferenciación al segundo sitio 150, y crear un nuevo disco de diferenciación. Como un ejemplo más particular, puede tomarse una instantánea 114 u otra replicación/copia del disco 112B de diferenciación para proporcionar una imagen (por ejemplo, fichero de imagen AVHD) al sistema 152 informático de anfitrión en el segundo sitio 150. En una realización, el disco 112B de diferenciación del que se tomó la instantánea 114 se cambiará a sólo lectura, y se creará un nuevo 112n disco de diferenciación como un fichero de almacenamiento virtual de lectura/escritura.

Algunas realizaciones implican diferentes tipos de copias de los discos de diferenciación u otras imágenes de almacenamiento virtual. La Figura 1 representa una pluralidad de tales diferentes tipos de replicación o "copia", incluyendo el tipo de copia A 116, tipo de copia B 118 al tipo de copia n 120. Por ejemplo, un primer tipo de copia, tal como el tipo de copia B 118, puede representar una copia/instantánea de bajo impacto de un disco 112A-112n de diferenciación que ha tenido lugar sin esfuerzos significativos para aumentar la coherencia de los datos. Una manera de obtener una copia de este tipo es marcar el disco de diferenciación particular de sólo lectura en cualquier momento deseado, y crear un nuevo disco de diferenciación para capturar los datos escritos posteriormente. Por ejemplo, puede obtenerse una instantánea de máquina virtual usando, por ejemplo, software de virtualización, un hipervisor, funcionalidad de sistema operativo, etc., que puede capturar el estado, datos y configuración de hardware de una máquina virtual en ejecución. Este tipo de copia u otra copia de bajo impacto similar puede denominarse en esta divulgación como una copia consistente de fallo, en cuanto a lo que se almacena en el disco de diferenciación generalmente corresponde a lo que estaría en el disco después de un fallo de sistema o corte de energía. En estos casos, las aplicaciones pueden estar en ejecución que almacenan temporalmente datos en la caché o memoria que no se han almacenado en la memoria. Los metadatos de sistema de fichero pueden no haberse gestionado todos para crearlos en el disco antes de que se hayan marcado como sólo lectura. Con este tipo de copia, es posible que un intento para reanimar la copia en un sitio de recuperación no sea completamente satisfactorio ya que los datos pueden no ser completamente coherentes. Sin embargo, este tipo de copia no provoca que se interrumpan los programas en ejecución, y por lo tanto tiene muy bajo coste ya que pertenece al rendimiento del sistema de los sistemas 102-104 informáticos en el primer sitio 100.

Otro tipo de copia, tal como el tipo de copia A 116, puede representar una copia/instantánea de coherencia superior de un disco 112A-112n de diferenciación que tuvo lugar con algún esfuerzo para aumentar la coherencia de los datos antes de que se tomara la instantánea 114. Por ejemplo, una instantánea 114 de este tipo puede obtenerse usando un servicio de un sistema operativo tal como el servicio de copia de instantáneas de volumen (VSS) por MICROSOFT® Corporation que coordina entre la funcionalidad de respaldo y las aplicaciones de usuario que actualizan datos en el disco. El software en ejecución (es decir, los escritores de datos) puede notificarse de un respaldo inminente, y proporcionar sus ficheros a un estado consistente. Este tipo de copia proporciona una probabilidad superior de reanimación apropiada en el segundo sitio 150. Sin embargo, puesto que las aplicaciones en ejecución pueden necesitar preparar el respaldo vaciando la entrada/salida (E/S), grabando su estado, etc., la carga de trabajo en ejecución se interrumpe y se somete a latencias y a rendimiento inferior. Pueden usarse diferentes tipos de copia a diferentes tiempos o en diferentes planificaciones para proporcionar un equilibrio deseado entre interrupción de carga de trabajo y coherencia de datos.

Como se ha descrito anteriormente, la divulgación establece maneras en las que los datos almacenados asociados con una máquina o máquinas físicas o máquina o máquinas virtuales se replican desde un primer sitio 100 en al menos un segundo sitio 150. Las realizaciones implican proporcionar instantáneas u otras copias de porciones de imagen de disco tales como discos de diferenciación, mientras posibilitan que se obtengan múltiples tipos de copias para proporcionar regularmente datos replicados en un segundo sitio o de "recuperación" mientras se mantienen las interrupciones de procesamiento en el primer sitio o "primario" a un nivel gestionable. Las instantáneas transferidas al segundo sitio 150 pueden encadenarse de manera análoga a las de en el sitio primario 100. Además, los servidores tanto en el primer como segundo sitios 100, 150 pueden facilitar la fusión de discos de diferenciación protegidos contra escritura en sus respectivos discos padre, para reducir requisitos de capacidad de almacenamiento, reducir latencias de acceso, etc. Como se describe más completamente a continuación, los discos de diferenciación transferidos mediante el primer sitio 100 se reciben en el segundo sitio 150 y se encadenan en la parte superior de la cadena de discos existente de la copia replicada de la máquina virtual, manteniendo de esta manera la visión de datos de la máquina virtual replicada sincronizada con la del servidor o servidores primarios.

Las Figuras 2A y 2B representan entornos informáticos representativos en los que puede implementarse la replicación de acuerdo con la divulgación. Los sistemas representativos de las Figuras 2A y 2B son meramente ejemplos, y evidentemente no representan disposiciones exclusivas. El entorno informático en la Figura 2A ilustra un primer sitio, tal como un sitio 200 de servidor primario. En este ejemplo, el sitio 200 de servidor primario incluye uno o más servidores 202A-202n u otros dispositivos informáticos. Cada uno de los servidores 200A-200n puede incluir respectivamente capacidades informáticas tal como uno o más procesadores 204A, 204n lógicos o físicos, memoria 206A, 206n, almacenamiento 208A, 208n, etc. El almacenamiento 208A, 208n puede replicarse, de manera que las copias 210A, 210n de almacenamiento tal como instantáneas de almacenamiento pueden proporcionarse a un sitio o sitios 212 de recuperación para fines de recuperación frente a desastres. La Figura 2A ilustra que las técnicas descritas en el presente documento son aplicables a cualquier almacenamiento asociado con un procesador, así como son aplicables a almacenamiento virtual y máquinas virtuales. Debería observarse que el sitio 212 de recuperación puede incluir servidores u otros dispositivos informáticos que tienen capacidades de procesamiento, memoria y almacenamiento similares.

La Figura 2B ilustra un ejemplo que implica una o más máquinas virtuales. En este ejemplo, los sitios de servidor primario 220 y de recuperación 250 incluyen respectivamente uno o más servidores 222A-222n, que cada uno puede incluir capacidades informáticas tales como uno o más procesadores 224A, 224n físicos o lógicos, memoria 226A, 226n, almacenamiento 228A, 228n, etc. Uno o más de los servidores puede incluir un hipervisor 230A, 230n u otro módulo de gestión de máquina virtual que presenta una plataforma de operación virtual en la que pueden operar los sistemas 232A, 232n operativos y las máquinas 234A-236A, 234n-236n virtuales. Las características del hipervisor 230A, 230n y/o del sistema 232A, 232n operativo pueden usarse, adaptarse o añadirse para proporcionar funcionalidad tal como el módulo de gestión de replicación (RMM) 238A, 238n. De acuerdo con la presente divulgación, el módulo 238A, 238n de gestión de replicación puede proporcionar funcionalidad tal como almacenar qué cambios (por ejemplo, disco de diferenciación) fueron los últimos cambios a transferir desde el sitio 220 primario al sitio 250 de recuperación, solicitar que las copias se hagan en respuesta a planificaciones u otros activadores de eventos, leer información para transferir al sitio 250 de recuperación, fusionar discos de diferenciación en sus discos padres respectivos, etc. El almacenamiento virtual (no mostrado) está asociado con cada máquina virtual, que puede almacenarse en ficheros en la memoria 226A, 226n de los servidores 222A, 222n, almacenamiento local 228A, 228n, almacenamiento agrupado (no mostrado) si los servidores 222A, 222n están configurados en una agrupación, etc. El almacenamiento virtual puede replicarse, de manera que las instantáneas de almacenamiento u otras copias 242A, 242n se proporcionan a un sitio o sitios 250 de recuperación para recuperación frente a desastres u otros fines. La Figura 2B ilustra por lo tanto que las técnicas descritas en el presente documento son aplicables a almacenamiento virtual asociado con una máquina virtual. Debería observarse que el sitio 250 de recuperación puede incluir servidores u otros dispositivos informáticos que tienen capacidades de procesamiento, memoria, almacenamiento, máquina virtual y gestión de máquinas virtuales análogas como se describe en las Figuras 2A y/o 2B.

La Figura 3 ilustra una manera representativa en la que un entorno de ordenador/servidor primario puede facilitar su recuperación frente a desastres y tener sus datos replicados a medida que cambian con el tiempo. La Figura 4A representa un primer estado de una cadena 404A de discos, y la Figura 4B representa un segundo estado de la cadena 404B de discos. En el siguiente ejemplo, las Figuras 3, 4A y 4B se hacen referencia de manera colectiva.

Una imagen 406 de disco virtual base u otra base de almacenamiento inicial de un disco 402 virtual de una máquina 400 virtual se almacena como se representa en el bloque 300. Como se describe adicionalmente a continuación, esta imagen 406 de disco virtual base puede servir como la base para la replicación del almacenamiento virtual en un sitio de recuperación. La 406 imagen de disco virtual base puede presentarse como un fichero, tal como, por ejemplo, un fichero de disco duro virtual (VHD).

Como se muestra en el bloque 302, pueden registrarse cambios en el disco 402 virtual a un disco 410A de diferenciación actual (Figura 4A) que puede escribirse además de leerse. En una realización, el disco 410A de diferenciación actual está lógicamente en la parte superior de una cadena 404A de discos que incluye la 406 imagen de disco virtual base y cualquier disco 408 de diferenciación intermedio. Si el disco 410A de diferenciación actual es el primer disco de diferenciación hijo del disco 406 virtual base padre, entonces no habrá discos de diferenciación

intermedios. Además, si los discos 408 de diferenciación intermedios ya se han fusionado con la imagen 406 de disco virtual base, entonces no habrá discos de diferenciación intermedios.

5 Por otra parte, puede haber discos 408 de diferenciación que se hayan comprometido a sólo lectura, tal como cuando se ha de preservar una instantánea u otra copia de ese disco de diferenciación. De modo que los datos de instantánea (que puede transferirse para replicación) corresponden al disco de diferenciación, el disco de diferenciación puede escribirse protegido en relación con la instantánea. En estos casos, puede haber uno o más discos 408 de diferenciación de sólo lectura entre la imagen 406 de disco virtual base y el disco 410A de diferenciación de lectura/escritura actual. Como se describe en mayor detalle a continuación, la cadena de al menos los discos de sólo lectura en el sitio primario se replicarán en un sitio o sitios de recuperación, manteniendo de esta manera la visión de datos de la máquina virtual replicada sincronizada con el correspondiente servidor o servidores en el sitio primario.

10 En algún punto, se creará una copia del disco 410A de diferenciación de lectura/escritura actual, y se protegerá contra escritura, como se muestra en el bloque 304. Por ejemplo, puede realizarse una solicitud 414 para una copia del disco 410A de diferenciación actual mediante un módulo 412 de gestión de replicación ejecutable por procesador que puede ser un servicio o característica de un hipervisor, sistema operativo anfitrión, sistema operativo de partición padre, etc. Como se ha indicado anteriormente, el tipo de copia a realizarse puede indicarse también, tal como una copia consistente de fallo donde los datos de aplicación pueden no haberse preparado para la copia. Otro ejemplo es una copia consistente de aplicación que tiene una probabilidad superior de reanimación posterior apropiada que puede implicar, por ejemplo, alguna notificación a una aplicación o aplicaciones para vaciar datos/registros y preparar de otra manera para la instantánea u otra copia.

15 El disco de diferenciación que estaba en la parte superior de la cadena se ha marcado como solo lectura, como se representa mediante el disco 410B de diferenciación de S/L en la Figura 4B. Habiéndose protegido contra escritura este disco 410B, el bloque 306 muestra que puede crearse un nuevo disco 420 de diferenciación como el nuevo superior de la cadena 404B de discos para sustituir el disco 410B de diferenciación que se acaba de copiar. Este nuevo disco 420 de diferenciación del "extremo del árbol" asumirá las responsabilidades de manejar tanto las operaciones de lectura como de escritura. En una realización, cualquier disco 408, 410B de diferenciación intermedio no fusionado y el disco 406 virtual base por debajo de él permanecerá como sólo lectura.

20 En una realización, el disco 406 virtual base de sólo lectura y cualquier disco 408, 410B de diferenciación intermedio de sólo lectura se han transferido al sitio de recuperación donde se recreará la cadena de discos para fines de recuperación. Esto se indica en el bloque 308, donde el disco 410B de diferenciación que se acaba de copiar y proteger contra escritura puede transferirse para almacenamiento replicado, tal como transferirse a una dirección de la máquina virtual replicada. Por lo tanto, cuando se obtiene la copia 416, puede transferirse a un sitio de recuperación mediante un transmisor, transceptor, interfaz de red y/u otro mecanismo representado mediante el dispositivo 418 de transmisión. Siempre que el sitio primario esté operacional y se haya de replicar más copias según se determina en el bloque 310 de decisión, el procedimiento de crear copias y protección 304 de escritura, crear nuevos discos 306 de diferenciación, y transferir las instantáneas 308 puede continuar. Por ejemplo, puede establecerse una política de replicación o reglas de replicación para determinar cuándo debería hacerse una copia, y en el caso de múltiples tipos de copias, qué tipo de copia debería realizarse.

25 La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra una manera representativa en la que la visión de datos de una máquina virtual replicada se mantiene en sincronización con su homóloga en el servidor primario. La Figura 6 representa un disco 600 virtual replicado y una cadena 610 de discos replicado que corresponde a la porción preservada del almacenamiento virtual en el sitio primario que se está replicando. En el siguiente ejemplo, se hace referencia de manera colectiva a las Figuras 5 y 6.

30 Como se muestra en el bloque 500, se proporciona una máquina 600 virtual replicada en un sitio de recuperación, donde la máquina 600 virtual replicada corresponde sustancialmente a la máquina virtual primaria que ha de replicarse. Esto puede comunicarse electrónicamente, o suministrarse por otros medios. Se proporciona un disco 602 virtual replicado u otro almacenamiento virtual replicado como se muestra en el bloque 502. El disco 602 virtual replicado puede incluir un disco 604 virtual base replicado que corresponde sustancialmente a un disco virtual base primario a replicarse (por ejemplo, el disco 400 virtual base de la Figura 4).

35 Una copia de un disco 606 de diferenciación que está asociado con el disco virtual base primario, tal como que es un hijo o descendiente más distante del disco virtual base primario, se recibe como se muestra en el bloque 504. En una realización, la copia recibida es una de una pluralidad de posibles tipos de copias o replications. Como se muestra en el bloque 506, la copia recibida del disco 606 de diferenciación está dispuesta con relación al disco 604 virtual base replicado de la manera en la que se dispuso con relación al disco virtual base primario en el sitio primario. Por ejemplo, si existen uno o más discos de diferenciación intermedios en el sitio primario, entonces las copias/instantáneas de estos discos 608 de diferenciación se recibirán y dispondrán en la cadena 610 de discos replicados a medida que los discos de diferenciación preservados se disponen en la cadena de discos primarios (por ejemplo, la cadena 404A/B de discos de las Figuras 4A, 4B). Aunque uno o más de los discos 608 de diferenciación intermedios pueden fusionarse en su disco 604 virtual base en los servidores primarios y/o de recuperación, los contenidos deberían permanecer en sincronización con la cadena de discos en el sitio primario.

Si se reciben otros discos de diferenciación en el sitio de recuperación como se determina en el bloque de decisión 508, pueden recibirse 504 más discos de diferenciación y disponerse 506 para permanecer en sincronización con el sitio primario. Estos discos de diferenciación replicados, por ejemplo, instantáneas u otras copias, pueden recibirse mediante un receptor 612, que puede representar un receptor discreto, transceptor, interfaz de red, o cualquier mecanismo de recepción. Puede proporcionarse un módulo 614 de gestión de replicación como un módulo ejecutable por procesador en un servidor o servidores de recuperación, tal como en un hipervisor del servidor, sistema operativo anfitrión, sistema operativo de partición padre, etc. El módulo 614 de gestión de replicación puede realizar tareas tales como soportar la información con respecto a lo que fueron el último conjunto de cambios (por ejemplo, disco de diferenciación) a recibir desde el sitio primario, soportar el tipo de copia que es (por ejemplo, consistente de fallo, consistente de aplicación, etc.), determinar cuál de una pluralidad de discos de diferenciación replicados en los que comenzar a procesar si se inician las operaciones de recuperación, disponer las instantáneas u otras copias en una cadena que corresponde a la del sitio primario, y otras funciones descritas en el presente documento.

Como puede observarse en los ejemplos anteriores, las soluciones proporcionadas en la presente divulgación pueden usar instantáneas u otras características de replicación para crear discos de diferenciación a intervalos periódicos u otros. Por ejemplo, los hipervisores, otro software de virtualización y/o sistemas operativos pueden incluir una característica de instantánea que puede usarse para crear discos de diferenciación. En una realización, los discos de diferenciación en la parte superior de la cadena de discos acumulan cambios mientras que los discos duros virtuales de sólo lectura más hacia debajo de la cadena se transfieren al sitio remoto, tal como a través de una red. En el sitio remoto, los discos de diferenciación recibidos pueden encadenarse en la parte superior de la cadena de discos existente de la copia replicada de la máquina virtual creando y modificando instantáneas, manteniendo de esta manera la visión de datos de la máquina virtual replicada en sincronización con el servidor primario.

Usando tales características, puede proporcionarse la replicación de máquinas virtuales en ejecución que asegura la corrección de datos replicados por diseño. Por ejemplo, el uso de discos de diferenciación para acumular escrituras en el servidor primario, y el encadenamiento de los mismos discos en la máquina virtual replicada en el sitio remoto, asegura que no se perderá escritura por el procedimiento de replicación incluso en caso de fallos de alimentación o fallos de sistema en cualquier extremo. Este mecanismo proporciona consistencia de los datos replicados sin requerir un mecanismo de resincronización o mecanismo de comprobación de consistencia.

Las soluciones descritas en el presente documento posibilitan la creación de una copia de una máquina virtual en ejecución y sincronización periódica de sus datos desde un sitio primario a un sitio de recuperación de una manera sin interrupción. Por ejemplo, se proporciona un mecanismo para crear una copia de una máquina virtual que se ejecuta en el sitio primario en un servidor remoto transfiriendo la configuración de la máquina virtual y los discos de datos a través de la red. Un mecanismo de este tipo puede permitir la creación de discos de diferenciación en la parte superior de la cadena de discos duros virtuales de la máquina virtual, la transferencia de los discos de diferenciación de sólo lectura subyacente a través de la red al servidor remoto, y el encadenamiento de estos discos en la máquina virtual en el servidor remoto. La creación de discos de diferenciación permite que tenga lugar la transferencia de datos sin interrupción en la máquina virtual en ejecución.

Pueden generarse puntos consistentes de aplicación en el tiempo para la copia replicada de la máquina virtual. Por ejemplo, pueden usarse instantáneas (VSS), que permiten que las aplicaciones dentro de la máquina virtual se vacíen e inactiven sus escrituras, de modo que los datos hasta ese punto proporcionen una garantía superior de capacidad de recuperación. Una metodología ejemplar usa instantáneas de VSS para posibilitar la recuperación desde tales puntos de restauración garantizados más altos en el servidor de recuperación invirtiendo las instantáneas de VSS.

Las soluciones descritas en el presente documento proporcionan la capacidad de producir una máquina virtual replicada con datos de uno de una pluralidad de puntos en el tiempo y cambiar posteriormente el punto en el tiempo si se desea. Por ejemplo, el mecanismo crea y modifica instantáneas para encadenar los discos de diferenciación recibidos desde el servidor primario. Las instantáneas representan puntos en el tiempo de los datos de la máquina virtual replicada. El procedimiento proporciona un mecanismo para producir la máquina virtual replicada creando un disco de diferenciación hasta este punto en el tiempo, y usarlo para producir la máquina virtual. Estos discos de diferenciación en el sitio de recuperación capturan cualquier escritura generada por la máquina virtual replicada. Si el usuario elige cambiar el punto en el tiempo posteriormente, el disco de diferenciación puede descartarse a favor de un nuevo disco de diferenciación que se creó con relación al nuevo punto en el tiempo.

Estas metodologías posibilitan adicionalmente que se continúe la replicación mientras se ejecuta una "prueba" en la copia replicada de la máquina virtual, sin hacer una copia de los discos duros virtuales de la máquina virtual replicada. Por ejemplo, el procedimiento proporciona la capacidad de generar una copia de "prueba" de la máquina virtual replicada usando dos (o más) conjuntos de discos de diferenciación que apuntan a los mismos discos duros virtuales padres. Las escrituras ejecutadas desde la máquina virtual de "prueba" se capturan en un conjunto de discos de diferenciación, que se descartan cuando la prueba está completa. Pueden recopilarse cambios de sincronización periódicos o "deltas" que llegan desde el servidor primario en el otro conjunto de discos de diferenciación, que pueden fusionarse en el padre una vez que la prueba está completa.

- La solución proporciona adicionalmente la capacidad de continuar la replicación mientras la réplica inicial para la máquina virtual (por ejemplo, el disco virtual base) se está transportando fuera de banda. El mecanismo proporciona soporte para transportar la réplica inicial de la máquina virtual “fuera de banda”; es decir, fuera del canal de transporte de red usado para transportar datos desde el sitio primario al sitio remoto. Puede crearse un disco de diferenciación en el sitio remoto que está apuntando a (o “emparentado a”) un disco duro virtual vacío, donde los posteriores discos de diferenciación recibidos desde el servidor primario durante la replicación se encadenan en la parte superior del disco de diferenciación creado. Cuando se recibe la réplica fuera de banda en el sitio remoto, el disco de diferenciación que se creó para apuntar al disco duro virtual vacío puede “volverse a emparentar” para apuntar a los discos duros virtuales recibidos en la réplica inicial.
- 5
- 10 Se proporciona ahora un ejemplo para representar muchos de estos puntos, que expone un ejemplo representativo de una secuencia de eventos de replicación de acuerdo con la divulgación. Las Figuras 7A-7F ilustran un ejemplo representativo para replicar de manera asíncrona el almacenamiento de una máquina virtual u otra entidad informática desde un primer entorno informático a al menos otro entorno informático. Donde sea apropiado, números de referencia similares se usan a lo largo de todas las Figuras 7A-7F para identificar elementos similares.
- 15 En este ejemplo, un sitio 700 informático primario representa el primer entorno informático, y un segundo sitio 750 informático o de “recuperación” representa el segundo entorno informático. El sitio 700 primario incluye uno o más dispositivos informáticos operativos (por ejemplo, servidores), como lo hace el sitio 750 de recuperación. El sitio 750 de recuperación representa uno o más dispositivos informáticos/servidores que pueden recibir discos virtuales u otros ficheros de almacenamiento para preservación y posible reanimación en el caso de un desastre u otro evento que impacte la capacidad del sitio 700 primario para llevar a cabo sus labores.
- 20 Aunque la presente divulgación es aplicable para rastrear y replicar almacenamiento de cualquier dispositivo o estructura de datos usando un sistema informático nativo, una realización implica rastrear y replicar cambios a un disco virtual usado por un sistema de virtualización basado en hipervisor. En un sistema de este tipo, para rastrear y replicar cambios en el disco virtual usado por una máquina virtual, puede usarse un disco de diferenciación para una máquina virtual en ejecución. Cuando una máquina virtual está configurada para rastrear, un disco 702 virtual base asociado con el dispositivo o dispositivos informáticos del sitio 700 primario se transferirá o proporcionará de otra manera al dispositivo o dispositivos informáticos en el sitio 750 de recuperación. Esto se representa mediante el disco 752 virtual base replicado en el sitio 750 de recuperación.
- 25 Cuando el disco 702 virtual base se ha protegido contra escritura y copiado al sitio 750 de recuperación, se crea un primer disco D1 704 de diferenciación para capturar cualquier nueva escritura que implique al disco virtual. En otras palabras, cualquier cambio al disco virtual se realizará a continuación en el disco 704 de diferenciación en el sitio 700 primario, mientras que en este punto el sitio de recuperación ha preservado el disco virtual en el estado del disco 752 virtual base replicado. En una realización, la replicación (por ejemplo, el módulo de gestión de replicación) tanto en el sitio 700 primario como el sitio 750 de recuperación almacenará información de estado que indica que la transferencia del disco 702 virtual base al disco 752 virtual base replicado es el conjunto de cambios más recientes a transferir. Si la máquina virtual correspondiente (u otro sistema informático) en el sitio 700 primario falló o no pudo realizar de otra manera sus labores en este punto, el hardware en el sitio 750 de recuperación podría empezar a funcionar desde el estado del almacenamiento virtual que corresponde al disco 752 virtual base replicado.
- 30 Las copias del almacenamiento pueden solicitarse en cualquier momento, incluyendo en conexión con una planificación. Por ejemplo, la gestión de replicación en el sitio 700 primario puede realizar una solicitud para una copia del almacenamiento virtual después de que transcurra algún tiempo, en un tiempo particular, como resultado de la ocurrencia de un evento, etc. La presente divulgación contempla múltiples tipos de copias que pueden crearse y transmitirse al sitio 750 de recuperación, cada una de las cuales puede tener su propia planificación u otros criterios de activación.
- 35 Haciendo referencia brevemente a la Figura 8, se muestra un ejemplo para planificar instantáneas u otras copias de un disco de base o de diferenciación. Puede almacenarse una política 800 en una memoria o almacenamiento 802, que puede ser almacenamiento asociado con el sistema informático de anfitrión o de otra manera. En una realización, la política 800 incluye reglas para solicitar copias de un disco de diferenciación para replicación al servidor de recuperación. En la realización ilustrada, se tienen en cuenta dos tipos de copias, aunque podrían implementarse menos o más tipos de copias. En este ejemplo, la política 800 incluye instrucciones de copia para copias 804 consistentes de fallo, tales como una cualquiera o más de un tiempo 806 específico en el que debería obtenerse una copia, un intervalo 808 de tiempo fijo o variable entre obtener copias consistentes de fallo, otra activación 810 de eventos que inicie una solicitud para una copia consistente de fallo, y similares. De manera similar, la política 800 puede incluir posibilidades 816, 818, 820 análogas para copias 814 consistentes de aplicación, aunque los tiempos 816 específicos, intervalos 818 y/o activación 820 de eventos pueden diferenciarse de aquellos del otro tipo o tipos de copia. Un controlador 824, que puede incluir un procesador y software ejecutable, puede ejecutar la política 800. Por ejemplo, el controlador puede ejecutar un programa o programas, tal como el módulo de gestión de replicación anteriormente descrito, para ejecutar las funciones del temporizador 826, monitorización 828 de eventos y/o de instantánea 830 basándose en la política 800. En otras realizaciones, pueden proporcionarse instantáneas mediante otros programas ejecutables por controlador, tales como el servicio de copia de instantáneas de volumen (VSS) anteriormente descrito.
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60

Volviendo ahora al ejemplo de las Figuras 7A-7F, la Figura 7B supone que la gestión de replicación ha solicitado un primer tipo de copia, denominado en este ejemplo como una copia consistente de fallo. Una copia de este tipo puede representar una copia del almacenamiento virtual en cualquier momento dado. Por ejemplo, una copia consistente de fallo puede hacerse deteniendo actividad de escritura en el disco D1 704 de diferenciación en cualquier momento.

5 En una realización, cuando se solicita una copia consistente de fallo del disco virtual, el disco virtual se cierra a operaciones de escritura adicionales, y se crea un nuevo disco D2 706 de diferenciación para capturar cualquier nueva escritura que implique el disco virtual. Cuando el disco D1 704 de diferenciación está cerrado a nuevas escrituras (por ejemplo, marcado como sólo lectura) en cualquier momento planeado o arbitrario sin preparación, no se interrumpe la carga de trabajo en ejecución de la máquina virtual (u otro sistema operativo). Aunque este tipo de
10 copia posibilita que la carga de trabajo continúe operando sin interrupción y a velocidad normal, una posible consecuencia es que los intentos posteriores para reanimar la copia en un sitio 750 de recuperación podrían fallar potencialmente debido a que la copia del disco D1 704 de diferenciación se haya obtenido en un momento arbitrario.

Como se ha indicado anteriormente, se crea otro disco D2 706 de diferenciación para posibilitar que se escriba información en el disco virtual cuando D1 704 se ha preservado para transferir finalmente al sitio 750 de
15 recuperación. El disco D1 704 de diferenciación se hace disponible para la gestión de replicación para transferencia a uno o más servidores de recuperación en el sitio 750 de recuperación, como se representa mediante el disco D1 754 de diferenciación replicado en el sitio 750 de recuperación. Las actualizaciones en el disco virtual del sitio 700 primario desde este punto hacia adelante se capturan en el nuevo disco D2 706 de diferenciación.

En una realización, la información almacenada en el disco D1 704 de diferenciación se cambia a sólo lectura, de
20 manera que ya no puede modificarse por escrituras de datos. En su lugar, el nuevo disco D2 706 de diferenciación está configurado para escribirse y por lo tanto registrar cambios al disco virtual. La gestión de replicación en el sitio 700 primario puede fusionar el disco D1 704 de diferenciación de solo lectura en su disco padre, que es el disco 702 virtual base en este ejemplo. Un ejemplo de una fusión de este tipo se muestra en la Figura 7C, donde D1 704 se ha fusionado en el disco 702 virtual base para proporcionar el nuevo el nuevo disco 708 virtual fusionado.

Un fin para realizar una función de fusión es reducir el número de enlaces que puede someterse una operación de
25 lectura para localizar datos almacenados en el disco virtual. Haciendo referencia ahora a la Figura 9, se describe un ejemplo de tal enlace. Se supone que se ha proporcionado una copia 901 de un disco 902 virtual base a los servidores 950 de recuperación, como se representa mediante el disco 952 virtual base replicado. Un disco de diferenciación recién creado (por ejemplo, el disco 904 de diferenciación) incluirá un puntero 906 o enlace a su disco
30 padre que es también el disco del "extremo del árbol" anterior. En este ejemplo, el disco 904 de diferenciación incluiría un puntero 906 al disco 902 virtual base. Si se emitió una operación 908 de lectura en los servidores 900 primarios para datos no encontrados en el nuevo disco 904 de diferenciación, la operación 908 de lectura puede obtener los datos en una localización más atrás en la cadena de discos que se especifica mediante el puntero 906, enlace u otro mecanismo de dirección análogo. En este ejemplo, la operación 908 de lectura obtendría los datos
35 desde el disco 902 de base, basándose en el puntero 906 en el disco 904 de diferenciación, si el disco 904 de diferenciación no tuviera datos asociados con la solicitud de lectura.

Se proporciona una copia 910 del disco 904 de diferenciación a los servidores 950 de recuperación, como se
40 representa mediante el disco 954 de diferenciación replicado. Cuando el disco 904 de diferenciación está protegido contra escritura y se copia 910 en los servidores 950 de recuperación, se crea un nuevo disco 912 de diferenciación para aceptar cambios al disco virtual, tal como por medio de operaciones 909 de escritura. El nuevo disco 912 de diferenciación puede incluir un enlace o puntero 914 a su padre, que es el disco 904 de diferenciación en este ejemplo. Una operación 908 de lectura puede emitirse para datos que no se encuentran en el disco 912 de diferenciación o en el disco 904 de diferenciación, caso en el que se proporcionan los enlaces o punteros 914, 906 que apuntan de vuelta al disco 702 virtual base para localizar los datos direccionados.

45 Dependiendo del número de discos de diferenciación que se han preservado en un estado de sólo lectura, podría haber numerosos enlaces para localizar datos tan atrás como el disco 702 virtual base. Para reducir la tara asociad con tal enlazamiento, pueden fusionarse los discos de diferenciación en los servidores 900 primarios que se han comprometido a sólo lectura y transferirse a los servidores 950 de recuperación con sus respectivos discos padres. Cualquier disco de diferenciación deseado, hasta todos, que se hayan marcado como sólo lectura o preservado de
50 otra manera para replicación y se hayan transferido pueden fusionarse. Como se describe más completamente a continuación, tal fusión puede implementarse también en el sitio 950 de recuperación.

Volviendo ahora al ejemplo de las Figuras 7A-7F, la Figura 7C supone que la gestión de replicación ha solicitado un
segundo tipo de copia del disco virtual, denominado en este ejemplo como una copia consistente de aplicación. Cuando el primer tipo de copia descrito en este ejemplo es una copia consistente de fallo que es una instantánea
55 general de almacenamiento del sistema en ejecución, una copia consistente de aplicación en este ejemplo se refiere en general a una instantánea de almacenamiento del sistema de ejecución que se ha preparado a sí misma para tener la instantánea tomada. Cuando el almacenamiento se prepara de esta forma, la instantánea es coherente en que facilita una alta probabilidad de reanimación satisfactoria en el sitio 750 de replicación. Una copia que no se ha preparado por sí misma para la instantánea a tomar (por ejemplo, copia consistente de fallo) puede no ser coherente tras la reanimación. Por ejemplo, en el caso de una copia consistente de fallo, los metadatos del sistema de ficheros,
60 los metadatos de base de datos y/u otra información puede no crearse en el disco.

En una realización, una copia preparada tal como una copia consistente de aplicación puede hacerse en conexión con un módulo de gestión que informa al software en el sistema que se va a realizar una copia. Por ejemplo, el servicio de copia de instantáneas de volumen (VSS) incluye un procedimiento donde el software en ejecución tal como bases de datos en el sistema pueden registrar opcionalmente una notificación que informa que el software de una copia de almacenamiento inminente o instantánea, que proporciona el tiempo de software para proporcionar registros en una parte de la imagen de disco que se preserva.

Si la gestión de replicación en el sitio 700 primario hace una solicitud para una copia preparada o “consistente de aplicación” de este tipo, el VSS u otro módulo de gestión para el sistema operativo puede implicarse para generar la instantánea establecida. Cuando se crea la instantánea, el disco D2 706 de diferenciación mostrado en la Figura 7C puede convertirse a sólo lectura, y puede crearse otro disco D3 710 de diferenciación de lectura/escritura nuevo para capturar ahora los datos que se escriben en el disco virtual. Con el disco D3 710 de diferenciación ahora grabando los cambios en el disco virtual, el disco D2 706 de diferenciación del “extremo del árbol” anterior se transfiere al sitio 750 de recuperación como se representa mediante el disco D2 758 de diferenciación replicado mostrado en la Figura 7D.

Con la transferencia de la copia consistente de aplicación del disco D2 706 de diferenciación al sitio 750 de recuperación, puede tener lugar de nuevo una fusión en el sitio 700 primario. Esto se representa en la Figura 7D, donde el disco 708 virtual fusionado de la Figura 7C ahora incluye D2 para formar un nuevo disco 712 virtual fusionado. La gestión de replicación en el sitio 750 de recuperación hace notar que el disco de diferenciación D2 758 replicado, que se ha recibido ahora desde el sitio 700 primario, es la última copia del disco desde el sitio 700 primario. Como la copia D2 758 es una copia consistente de aplicación y se supone también que es consistente de fallo, sirve tanto como la copia consistente de aplicación como una copia consistente de fallo del disco desde el sitio 700 primario.

La Figura 7D ilustra también la fusión de discos en el sitio 750 de recuperación. La copia D1 754 consistente de fallo replicada y el disco 752 virtual base replicado se han fusionado en la Figura 7D para formar el disco 756 virtual replicado fusionado. A medida que las instantáneas del sitio 700 primario llegan en el sitio 750 de recuperación, las instantáneas pueden compaginarse y hacerse disponibles para ejecuta. Fusionando y compaginando las instantáneas recibidas de esta manera, si tiene lugar un desastre cuando se depende de la operación en el sitio 750 de recuperación, pueden mitigarse o evitarse las latencias operacionales potenciales fusionando las seleccionadas (o hasta todas) de las copias recibidas en el sitio 750 de recuperación. Por lo tanto, una realización implica fusionar y compaginar al menos algunas de las instantáneas u otras copias del disco virtual a medida que llegan, o al menos antes del momento que se soliciten los datos replicados para uso en el sitio 750 de recuperación.

Las realizaciones incluyen también almacenar una o más de las instantáneas u otras copias recibidas en el sitio 750 de recuperación. Para invertir a una imagen de disco particular, esa imagen de disco puede grabarse para posibilitar operación de recuperación desde ese punto. En las realizaciones que emplean múltiples tipos de instantáneas (por ejemplo, copia consistente de fallo, copia consistente de aplicación, etc.), puede preservarse una o más de cada tipo de instantánea u otra copia similar para posibilitar la recuperación desde una deseada de los tipos de instantáneas. Por ejemplo, pueden proporcionarse copias consistentes de fallo en el sitio 750 de recuperación más regularmente que las copias consistentes de aplicación, que pueden establecerse por política tal como lo descrito en relación con la Figura 8. En una realización, se proporcionan las copias consistentes de aplicación menos frecuentemente que las copias consistentes de fallo, que es debido a la preparación y tiempo de procesamiento potencialmente mayores, y consecuente latencia, implicada en obtener una copia consistente de aplicación. En el caso de desastres u otra solicitud de evento para operación en el sitio 750 de recuperación, los servidores de recuperación pueden intentar comenzar la operación desde una copia consistente de fallo o una copia consistente de aplicación, dependiendo de muchos factores tal como el transcurso de tiempo relativo desde la copia replicada más reciente de cada tipo, la urgencia en reestablecer la operación en el sitio 750 de recuperación, el punto de modificaciones de disco virtual entre los múltiples tipos de instantáneas, etc.

La Figura 7E ilustra los árboles de almacenamiento virtual en el sitio 700 primario y el sitio 750 de recuperación en respuesta a otra copia consistente de fallo que se solicita para transferir al sitio 750 de recuperación. En este ejemplo, el disco D3 710 de diferenciación (Figura 7D) se transfiere al sitio 750 de recuperación como se muestra mediante el disco 760 de diferenciación replicado en la Figura 7E. De nuevo, el disco D3 710 de diferenciación en el sitio 700 primario puede fusionarse en el disco 712 virtual para crear un nuevo disco 714 de diferenciación fusionado, y puede crearse otro nuevo disco D4 716 de diferenciación de lectura/escritura para capturar cambios en el disco virtual.

En el sitio 750 de recuperación, la copia 760 consistente de fallo recién recibida es ahora la copia más reciente (extremo del árbol). En esta realización, la copia D2 758 consistente de aplicación replicada y la copia D3 760 consistente a fallo replicada están ambas disponibles como puntos de restauración. Por ejemplo, suponiendo que un servidor primario en el sitio 700 primario falla o se vuelve no disponible de otra manera para realizar apropiadamente sus labores, y suponiendo que este fallo tiene lugar en un punto de tiempo que corresponde generalmente al representado en la Figura 7E. Puede invocarse una máquina virtual de recuperación (o como alternativa máquina física) en el sitio 750 de recuperación usando, por ejemplo, la copia D3 760 consistente de aplicación replicada recibida más recientemente. Aunque la copia D3 760 consistente de aplicación se recibió en el sitio 750 de

recuperación anterior en el tiempo, es un tipo de copia que tiene una probabilidad superior de reanimar apropiadamente en el sitio 750 de recuperación. Como se ha indicado anteriormente, esto es debido a este “tipo” de copia, que en este ejemplo implica notificar a aplicaciones/software en el sitio 700 primario de la instantánea inminente antes de que se tome la respectiva instantánea, posibilitando de esta manera que el software se prepare así mismo para la instantánea.

Por lo tanto, en una realización, puede producirse una máquina virtual u otro sistema informático en un sitio 750 de recuperación usando uno de una pluralidad de discos de diferenciación, instantáneas u otros estados disponibles del almacenamiento virtual replicado. En una realización, se crea un disco de diferenciación como un hijo para el disco de diferenciación particular a partir del cual se invoca la máquina virtual. En el ejemplo de la Figura 7F, se crea un disco 762 de diferenciación con el disco D2 758 de diferenciación consistente de aplicación replicado como su padre. Este disco 762 de diferenciación se hace la superficie a continuación y los volúmenes presentes en el disco se invierten a la instantánea consistente de aplicación (por ejemplo, VSS) establecida asociada con D2 758.

Como ilustra la Figura 7F, mientras se preserva una línea de discos de diferenciación, es posible tener múltiples discos de diferenciación apuntando al mismo punto de sólo lectura en el árbol. Por ejemplo, el disco D3 760 de diferenciación consistente de fallo replicado apunta al disco D2 758 de diferenciación consistente de aplicación, como lo hace el disco 762 de diferenciación que se creó en el sitio 750 de recuperación. El disco D3 760 de diferenciación y el disco 762 de diferenciación representan por lo tanto dos futuros diferentes con relación al estado del disco de diferenciación D2 758 de sólo lectura. Por ejemplo, un usuario podría elegir arrancar una máquina virtual en el sitio 750 de recuperación usando el disco virtual que incluye el disco 762 de diferenciación, el disco 758 de diferenciación de sólo lectura apuntado al disco 762 de diferenciación, y el disco 756 fusionado apuntado mediante el disco D2 758 de diferenciación.

Por lo tanto, en el ejemplo ilustrado, la selección automática o manual de un primer disco virtual en el sitio 750 de recuperación puede incluir el disco 756 de sólo lectura (que incluye el disco virtual base y D1), el disco D2 758 de diferenciación consistente de aplicación de sólo lectura y el disco D3 760 de diferenciación consistente de fallo de lectura/escritura. Como alternativa, la selección automática o manual de un segundo disco virtual puede incluir el disco 756 de sólo lectura (que incluye el disco virtual base y D1), el disco D2 758 de diferenciación consistente de aplicación de sólo lectura y el disco 762 de diferenciación que se creó en el sitio 750 de recuperación. Son posibles diferentes escenarios de recuperación en vista de los diferentes “futuros” proporcionados tendiendo múltiples discos de diferenciación de lectura/escritura apuntando a un disco padre común.

Una cualquiera o más cadenas de discos virtuales disponibles pueden seleccionarse en el sitio 750 de recuperación. Por ejemplo, un usuario puede elegir preservar el disco D3 760 consistente de fallo puesto que la máquina virtual no tuvo los datos deseados cuando se arrancó usando el disco D2 758 consistente de aplicación. En este caso, la máquina virtual puede ejecutarse usando el disco D3 760 consistente de fallo. Incluso si se reanima una máquina virtual de recuperación usando el disco D2 758 consistente de aplicación y se crea un nuevo disco 762 de diferenciación que apunta de vuelta al momento consistente de aplicación, el disco D3 760 consistente de fallo puede preservarse como otra posibilidad de cadena de reanimación.

El disco 762 de diferenciación podría crearse como alternativa desde un disco de diferenciación diferente. Por ejemplo, si se ha de usar la última copia D3 760 consistente de fallo para recuperación, entonces el disco 762 de diferenciación podría crearse con la copia D3 760 consistente de fallo como el disco padre. En una realización, esto puede efectuarse teniendo un puntero u otro enlace almacenado en el disco 762 de diferenciación que apunta o identifica de otra manera a D3 760 como su padre. Se representa un ejemplo en la Figura 9, donde el puntero 956 apunta a su disco 952 padre. El puntero 956 puede necesitar cambiarse desde su estado en los servidores 900 primarios, de modo que apunte a la imagen correcta en los servidores 950 de recuperación. La decisión de si el punto de restauración en la Figura 7F ha de ser D2 758, D3 760, u otro punto de restauración puede determinarse automáticamente basándose en configuraciones, o determinarse manualmente por un usuario.

Se describe ahora un ejemplo de la creación y contenido representativo asociado con el disco 762 de diferenciación en el sitio de recuperación. En esta realización representativa, el disco 762 de diferenciación en el sitio 750 de recuperación está vacío tras su creación. Puede configurarse para apuntar a su disco padre, que es D2 758 en este ejemplo. Cuando la máquina virtual (o física) comienza la operación, la información que puede necesitar que se escriba se escribirá en el nuevo disco 762 de diferenciación. Por ejemplo, el nuevo disco 762 de diferenciación puede conectarse a una máquina virtual replicada en el sitio 750 de recuperación que tiene las mismas o similares características que una máquina virtual primaria en el sitio 700 primario. Cuando se arranca esta máquina virtual replicada, puede considerarse que sus discos virtuales pueden tanto leerse como escribirse. El nuevo disco 762 de diferenciación puede escribirse, mientras la información puede leerse desde el nuevo disco 762 de diferenciación, su padre, o ascendencia anterior dependiendo de dónde resida la información.

Además del disco 762 de diferenciación que sirve como el disco de lectura/escritura cuando el servidor o servidores de recuperación asociados están en operación, el disco de diferenciación puede almacenar también datos anteriores a un tiempo en el que se usará el almacenamiento replicado en el sitio 750 de recuperación. Por ejemplo, el disco 762 de diferenciación puede almacenar datos escritos en un disco de diferenciación recibidos desde el sitio 750 primario, y que tuvieron lugar entre el tiempo en que se tomó la instantánea en el sitio 750 primario y el tiempo en

que se marcó el disco de diferenciación como sólo lectura.

Como un ejemplo, suponiendo que un módulo de gestión de replicación en el sitio 700 primario solicita la carga de trabajo de ejecución de una máquina virtual para hacer una copia consistente de aplicación del almacenamiento virtual u otra instantánea que implica la propia preparación de software para la instantánea. En respuesta, el software de aplicación puede intentar hacerse por sí mismo coherente para la instantánea, pero puede ser difícil coordinar la instantánea que se está tomando en el disco virtual con los “vacíos” de información que están teniendo lugar en la aplicación. Cuando parece que el software de aplicación ha completado el vaciado de datos para almacenamiento, se toma la instantánea de disco virtual. Posteriormente, el disco de diferenciación que se ha realizado instantánea se marca como sólo lectura, y se crea un nuevo disco de diferenciación. Entre el tiempo que se tomó la instantánea del disco virtual y el tiempo que se escribe el correspondiente disco de diferenciación como sólo lectura, una o más escrituras de datos extraviadas pueden haber encontrado su camino en el disco de diferenciación que fue el objeto de la instantánea. Por lo tanto, es posible que el disco de diferenciación pueda no corresponder exactamente con la instantánea 758 del disco de diferenciación que se transfirió al sitio 750 de recuperación. En este caso, incluso sin haber fallado a través del sitio 750 de recuperación, el disco 758 de diferenciación puede montarse como un disco virtual en vivo para localizar aquellas escrituras extraviadas, y devolver aquellas escrituras extraviadas del disco D2 758 de diferenciación y en el disco 762 de diferenciación creadas en el sitio 750 de recuperación. De esta manera, si finalmente es necesaria una prevención frente a fallos, esta tarea ya se ha manejado. Esta función de respaldar las escrituras extraviadas puede conseguirse usando la máquina virtual que se recuperaría eventualmente, o podría hacerse como alternativa como parte de un servicio que monta la imagen de disco y la manipula para extraer las escrituras extraviadas.

El ejemplo de las Figuras 7A-7F representa acciones ejemplares tomadas en cada uno de los sitios primario y de recuperación. La Figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra características representativas desde la perspectiva de al menos un servidor primario en el sitio primario que ha de tener su almacenamiento virtual (u otro almacenamiento) replicado. Este ejemplo supone que se está replicando el almacenamiento virtual, y que se hacen disponibles múltiples tipos de copias del almacenamiento virtual.

En este ejemplo, se proporciona un disco virtual base en el sitio de recuperación como se representa en el bloque 1000. Como se muestra en el bloque 1002, se crea un disco de diferenciación u otra estructura de almacenamiento en el sitio primario para registrar cambios en el disco virtual. En este ejemplo, se proporciona algún número “n” de diferentes tipos de instantáneas/copias, incluyendo la copia de tipo A, la copia de tipo B a la copia de tipo n. Cuando la gestión de replicación u otro módulo de control de sitio primario solicita una copia del almacenamiento virtual según se determina en el bloque 1004, puede especificar qué tipo de copia se desea. La identificación de un tipo de copia puede hacerse por un usuario mediante una interfaz de usuario, o configurarse en hardware o software tal como el que se solicita de conformidad con una política tal como la que se describe en relación con la Figura 8, o de otra manera.

En este ejemplo, si la gestión de replicación solicitó una copia de tipo A según se determina en el bloque 1006, se obtiene una instantánea u otra copia del disco de diferenciación sin que el software se prepare a sí mismo para que tenga lugar la copia de almacenamiento virtual, como se muestra en el bloque 1012. Esto puede ser, por ejemplo, una instantánea de VSS u otra instantánea consistente de aplicación. Si se solicita una copia de tipo B según se determina en el bloque 1008, se obtiene una instantánea u otra copia del disco de diferenciación donde tendrá lugar al menos alguno del software preparado para la copia del almacenamiento virtual, como se muestra en el bloque 1014. Pueden definirse otros tipos de copias, en los cuales el tipo de copia puede determinarse en el bloque 1010, y como se muestra en el bloque 1016 la instantánea u otra copia puede obtenerse de acuerdo con las reglas para ese tipo de copia.

Cuando se ha obtenido la instantánea apropiada u otra copia, puede transferirse al sitio de recuperación como se muestra en el bloque 1018. El bloque 1020 ilustra que el disco de diferenciación que se copió en el sitio primario está protegido contra escritura, y el bloque 1022 muestra que se creará un nuevo disco de diferenciación para capturar cambios en el disco virtual. Al menos por las razones de reducir requisitos de capacidad de almacenamiento y reducir latencias al leer datos a través de la cadena de discos, pueden fusionarse discos intermedios con su imagen de disco padre como se muestra en el bloque 1024.

Debería reconocerse que el orden particular de las características ilustradas en la Figura 10, y otros diagramas de flujo en la divulgación, no deberían interpretarse como una limitación de orden o secuencia. El orden particular de las operaciones representadas puede ser en muchos casos irrelevante, a menos que se describa de otra manera como relevante. Por ejemplo, la instantánea puede o puede no transferirse en el bloque 1018 antes de que se proteja disco de diferenciación copiado contra escritura en el bloque 1020.

La Figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra características representativas desde la perspectiva de al menos un servidor de recuperación en el sitio de recuperación que está replicando una máquina o máquinas virtuales. Este ejemplo supone que se está replicando almacenamiento virtual, y que se proporcionan múltiples tipos de copia de los discos virtuales mediante el sitio primario. Como se muestra en el bloque 1100, el disco virtual base recibido como una replicación del disco virtual del sitio primario se proporciona como la base de la cadena de discos virtuales en el sitio de recuperación. Cuando se recibe una instantánea u otra copia desde el primario según se determina en

el bloque 1102, el tipo de copia recibida se determina en el bloque 1104. La copia resultante del disco de diferenciación en el sitio de recuperación puede identificarse como el tipo de copia que es, tal como consistente de aplicación, consistente de fallo, etc. El puntero u otro enlace en la copia recibida puede modificarse como se muestra en el bloque 1106, para provocar que el puntero apunte a su padre en el sitio de recuperación. Si se desea, pueden fusionarse discos de diferenciación intermedios en sus respectivos discos padre, como se muestra en el bloque 1110. Adicionalmente, el bloque 1108 muestra que puede crearse un disco de diferenciación para apuntar a una copia deseada para devolver escrituras extraviadas, como se describió en relación con la Figura 7F.

Si y cuando tiene lugar una prevención frente a fallos en el servidor o servidores de recuperación como se determina en el bloque 1112, puede facilitarse la selección de una copia almacenada como un punto de restauración seleccionado como se muestra en el bloque 1114. Por ejemplo, facilitar la selección de una copia almacenada puede implicar proporcionar una interfaz de usuario para posibilitar a un administrador u otro usuario seleccionar qué copia almacenada (y por lo tanto no fusionada) utilizará la máquina virtual replicada cuando se inicializa y ejecuta. Otras realizaciones pueden implicar la selección automática de una copia particular basándose en criterios. Por ejemplo, los criterios pueden provocar automáticamente que la máquina virtual intente en primer lugar reanimación desde una copia consistente de aplicación, e intente después de que esa reanimación no fue suficientemente satisfactoria una copia diferente. En una realización representada en el bloque 1116, se crea un disco de diferenciación, o se utiliza un disco de diferenciación existente (por ejemplo, un disco de diferenciación creado en el bloque 1108), para apuntar a la instantánea o copia seleccionada. Entre otras cosas, este disco de diferenciación proporciona la capacidad de lectura/escritura al disco virtual replicado cuando está operando la máquina virtual replicada.

En una realización, puede ejecutarse una prueba en la máquina virtual replicada. En este caso, la máquina virtual replicada continúa recibiendo cambios en el disco virtual como anteriormente (por ejemplo, recibir copias de discos de diferenciación de sitio primario), mientras que la máquina virtual de prueba se produce desde el punto del disco de diferenciación creado. Por lo tanto, la replicación puede continuarse mientras se ejecuta la prueba en la copia replicada de la máquina virtual sin hacer una copia de los discos duros virtuales de la máquina virtual replicada. Esto proporciona una manera para generar una copia de prueba de la máquina virtual replicada usando dos conjuntos de discos de diferenciación que apuntan a los mismos discos duros virtuales padre. Las escrituras ejecutadas desde la máquina virtual de prueba se capturan en un conjunto de discos de diferenciación, y estos discos pueden descartarse una vez que la prueba está completa. Se recopilan copias de sincronización periódicas de discos de diferenciación que llegan desde el servidor primario en el otro conjunto de discos de diferenciación, y pueden fusionarse en el padre una vez que la prueba está completa. Esta operación se representa en la Figura 11. Si se ha de ejecutar una prueba según se determina en el bloque 1112, se crea 1114 un disco de diferenciación que apunta al punto de restauración a probar, y la máquina virtual replicada puede arrancarse para ejecutar la prueba.

La Figura 12 representa un sistema 1200 informático representativo en el que pueden implementarse los principios descritos en el presente documento. El entorno informático descrito en relación con la Figura 12 se describe para fines de ejemplo, ya que la divulgación estructural y operacional para replicar almacenamiento o almacenamiento virtual es aplicable en cualquier entorno informático. La disposición informática de la Figura 12 puede distribuirse, en algunas realizaciones, a través de múltiples dispositivos. Además, la descripción de la Figura 12 puede representar un servidor u otro dispositivo informático en cualquiera del sitio primario o de recuperación.

El sistema 1200 informático representativo incluye un procesador 1202 acoplado a numerosos módulos mediante un bus 1204 de sistema. El bus 1204 de sistema representado representa cualquier tipo de estructura o estructuras de bus que pueden estar directa o indirectamente acopladas a los diversos componentes y módulos del entorno informático. Entre los diversos componentes están dispositivos de almacenamiento, cualquiera de los cuales puede almacenar el objeto para la replicación.

Puede proporcionarse una memoria de sólo lectura (ROM) 1206 para almacenar firmware usado mediante los procesadores 1202. La ROM 1206 representa cualquier tipo de memoria de sólo lectura, tal como ROM programable (PROM), PROM borrable (EPROM) o similares. El bus 1204 de anfitrión o de sistema puede acoplarse a un controlador 1214 de memoria, que a su vez está acoplado a la memoria 1208 mediante un bus 1216 de memoria. La memoria 1208 ejemplar puede almacenar, por ejemplo, todo o porciones de un hipervisor 1210 u otro software de virtualización, un sistema 1218 operativo, y un módulo, tal como un módulo de gestión de replicación (RMM) 1212 que realiza al menos aquellas funciones descritas en el presente documento. El RMM 1212 puede implementarse como parte de, por ejemplo, el hipervisor 1210 y/o el sistema 1218 operativo.

La memoria puede almacenar también programas 1220 de aplicación y otros programas 1222, y datos 1224. Adicionalmente, todo o parte del almacenamiento 1226 virtual puede almacenarse en la memoria 1208. Sin embargo, debido al tamaño potencial de los discos de almacenamiento virtual, una realización implica almacenar discos de almacenamiento virtual en dispositivo de almacenamiento frente a memoria, como se representa mediante el almacenamiento 1226B virtual asociado con uno cualquiera o más de los dispositivos 1234, 1240, 1244, 1248 de almacenamiento representativos. El almacenamiento 1226A virtual en la memoria 1208 puede representar también cualquier parte del almacenamiento virtual que está almacenado temporalmente en caché o almacenado de otra manera en memoria como una etapa intermedia a procesarse, transmitirse o almacenarse en un dispositivo o dispositivos 1234, 1240, 1244, 1248 de almacenamiento.

La Figura 12 ilustra diversos dispositivos de almacenamiento representativos en los que pueden almacenarse datos, y/o puede almacenarse almacenamiento virtual. Por ejemplo, el bus de sistema puede acoplarse a una interfaz 1230 de almacenamiento interno, que puede acoplarse a una unidad o unidades 1232 tal como un disco duro. El medio 1234 de almacenamiento está asociado con o es operable de otra manera con las unidades. Ejemplos de tal almacenamiento incluyen discos duros y otro medio magnético u óptico, memoria flash y otros dispositivos de estado sólido, etc. La interfaz 1230 de almacenamiento interno puede utilizar cualquier tipo de almacenamiento volátil o no volátil. Pueden almacenarse datos, incluyendo discos duros virtuales (por ejemplo, ficheros de VHD, ficheros de AVHD, etc.) en tal medio 1234 de almacenamiento.

De manera similar, puede acoplarse también una interfaz 1236 para medio extraíble al bus 1204. Las unidades 1238 pueden acoplarse a la interfaz 1236 de almacenamiento extraíble para aceptar y actuar en el almacenamiento 1240 extraíble como tal, por ejemplo, discos flexibles, discos ópticos, tarjetas de memoria, memoria flash, discos duros externos, etc. Los ficheros de almacenamiento virtual y otros datos pueden almacenarse en tal almacenamiento 1240 extraíble.

En algunos casos, puede proporcionarse un adaptador 1242 de anfitrión para acceder al almacenamiento 1244 externo. Por ejemplo, el adaptador 1242 de anfitrión puede hacer de interfaz con dispositivos de almacenamiento externos mediante la interfaz de sistema para pequeños ordenadores (SCSI), Canal de Fibra (Fiber Channel), conexión de tecnología avanzada en serie (SATA) o eSATA, y/u otras interfaces análogas que puedan conectarse a un almacenamiento 1244 externo. Por medio de una interfaz 1246 de red, aún otro almacenamiento remoto puede ser accesible para el sistema 1200 informático. Por ejemplo, transceptores cableados e inalámbricos asociados con la interfaz 1246 de red posibilitan las comunicaciones con dispositivos 1248 de almacenamiento a través de una o más redes 1250. Los dispositivos 1248 de almacenamiento pueden representar dispositivos de almacenamiento discretos, o almacenamiento asociado con otro sistema informático, servidor, etc. Las comunicaciones con dispositivos de almacenamiento remoto y sistemas pueden conseguirse mediante redes de área local cableadas (LAN), LAN inalámbricas, y/o redes mayores incluyendo redes de área global (GAN) tales como internet. Pueden almacenarse ficheros de almacenamiento virtual y otros datos en tales dispositivos 1244, 1248 de almacenamiento externo.

Como se describe en el presente documento, los servidores primario y de recuperación comunican información, tal como instantáneas u otras copias. Las comunicaciones entre los servidores pueden efectuarse mediante cableado directo, redes entre iguales, redes basadas en infraestructura local (por ejemplo, redes de área local cableadas y/o inalámbricas), redes fuera del sitio tales como redes de área metropolitanas y otras redes de área extensa, redes de área global, etc. Un transmisor 1252 y receptor 1254 se representan en la Figura 12 para representar la capacidad estructural del dispositivo informático para transmitir y/o recibir datos en cualquiera de estas u otras metodologías de comunicación. Los dispositivos transmisor 1252 y/o receptor 1254 pueden ser componentes independientes, pueden estar integrados como un transceptor o transceptores, pueden estar integrados o ya existir en otros dispositivos de comunicación tales como la interfaz 1246 de red, etc. Cuando el sistema 1200 informático representa un servidor u otro dispositivo informático en el sitio primario, todo o parte del disco virtual u otros datos almacenados a replicarse pueden transmitirse mediante el transmisor 1252, ya sea un dispositivo independiente, integrado con un receptor 1254, integral a la interfaz 1246 de red, etc. Análogamente, cuando el sistema 1200 informático representa un servidor u otro dispositivo informático en el sitio de recuperación, todo o parte del disco virtual u otros datos almacenados a replicarse pueden recibirse mediante el receptor 1254, ya sea un dispositivo independiente, integrado con un transmisor 1252, integral a la interfaz 1246 de red, etc. Ya que el sistema 1200 informático puede representar un servidor o servidores en cualquiera del sitio primario o de recuperación, el bloque 1256 representa el servidor o servidores primario o de recuperación que están comunicando con el sistema 1200 informático que representa el otro del servidor o servidores primario o de recuperación.

Como se ha demostrado en los ejemplos anteriores, las realizaciones descritas en el presente documento facilitan la recuperación frente a desastres y otras características de replicación. En diversas realizaciones, se describen procedimientos que pueden ejecutarse en un dispositivo informático, tal como proporcionando módulos de software que son ejecutables mediante un procesador (que incluye un procesador físico y/o procesador lógico, controlador, etc.). Los procedimientos pueden almacenarse también en medio legible por ordenador que puede accederse y leerse mediante el procesador y/o circuitería que prepara la información para procesar mediante el procesador. Tener instrucciones almacenadas en un medio legible por ordenador como se describe en el presente documento es distinguible de tener instrucciones propagadas o transmitidas, ya que la propagación transfiere las instrucciones frente a almacena las instrucciones tal como puede tener lugar con un medio legible por ordenador que tiene instrucciones almacenadas en el mismo. Por lo tanto, a menos que se indique de otra manera, las referencias a medio legible por ordenador/medio que tiene instrucciones almacenadas en el mismo, en esta o una forma análoga, hacen referencia a medio tangible en el que pueden almacenarse o retenerse los datos.

Aunque se ha descrito la materia objeto en un lenguaje específico a características estructurales y/o actos metodológicos, se ha de entender que la materia objeto definida en las reivindicaciones adjuntas no está necesariamente limitada a las características o actos específicos anteriormente descritos. En su lugar, las características específicas y actos anteriormente descritos se desvelan como formas representativas para implementar las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato que comprende:

almacenamiento virtual replicado de una máquina virtual replicada, que incluye al menos un disco (752, 756) virtual base replicado que corresponde sustancialmente a un disco (702) virtual base primario a ser replicado;
 5 un receptor configurado para recibir una pluralidad de copias de discos (704, 706, 710) de diferenciación, de una pluralidad de tipos de copias, cada disco (704, 706, 710) de diferenciación enlazado en una estructura de árbol a un disco padre respectivo que se creó anterior al disco (704, 706, 710) de diferenciación, siendo dicho disco padre respectivo un disco de diferenciación padre o el disco (702) virtual base primario, en el que una primera de la pluralidad de tipos de copias comprende una copia consistente de fallo que es una instantánea general de un
 10 almacenamiento de un sistema en ejecución, y una segunda de la pluralidad de tipos de copias comprende una copia consistente de aplicación que es una instantánea de almacenamiento del sistema de ejecución creada en respuesta a software de notificación en el sistema de que una copia se ha de realizar; y
 un módulo de gestión de replicación configurado para disponer las copias recibidas de los discos (704, 706, 710) de diferenciación de la pluralidad de tipos de copias con relación al disco (752, 756) virtual base replicado como
 15 se dispusieron los discos (704, 706, 710) de diferenciación con relación al disco (702) virtual base primario.

2. El aparato de la reivindicación 1, en el que el módulo de gestión de replicación está configurado adicionalmente para almacenar una o más de las copias recibidas de los discos (704, 706, 710) de diferenciación como puntos de restauración potenciales para iniciar la operación de la máquina virtual replicada.

3. El aparato de la reivindicación 2, que comprende adicionalmente crear un disco de diferenciación de lectura-escritura como un disco hijo en una de las copias almacenadas de los discos (704, 706, 710) de diferenciación para almacenar cambios en la máquina virtual replicada cuando se inicia.

4. El aparato de la reivindicación 2, en el que el módulo de gestión de replicación está configurado adicionalmente para facilitar la iniciación de la máquina virtual replicada desde un punto seleccionado de los puntos de restauración potenciales y una o más copias almacenadas seleccionadas de los discos (704, 706, 710) de diferenciación que siguen secuencialmente el punto de restauración seleccionado.

5. Un procedimiento implementado por ordenador en un almacenamiento virtual replicado de una máquina virtual replicada, que incluye al menos un disco (752, 756) virtual base replicado que corresponde sustancialmente a un disco (702) virtual base primario a ser replicado, comprendiendo dicho procedimiento:

recibir una pluralidad de copias de discos (704, 706, 710) de diferenciación de una pluralidad de tipos de copias, cada disco de diferenciación enlazado a un respectivo disco padre que se creó anterior al disco (704, 706, 710) de diferenciación, siendo dicho disco padre respectivo un disco de diferenciación padre o un disco (702) virtual base primario, en el que un primer tipo de la pluralidad de tipos de copias comprende una copia consistente de fallo que es una instantánea general de almacenamiento de un sistema en ejecución, y un segundo tipo de la pluralidad de tipos de copias comprende una copia consistente de aplicación que es una instantánea de
 30 almacenamiento del sistema de ejecución creada en respuesta a software de notificación en el sistema de que una copia se ha de realizar; y
 35 disponer, en un módulo de gestión de replicación, las copias recibidas de los discos (704, 706, 710) de diferenciación de la pluralidad de tipos de copias con relación al disco (752, 756) virtual base replicado como los discos (704, 706, 710) de diferenciación que se dispusieron con relación al disco (702) virtual base primario.

6. El procedimiento implementado por ordenador de la reivindicación 5, que comprende adicionalmente obtener datos de software desde una o más aplicaciones notificadas en respuesta a software de notificación.

7. Medio legible por ordenador que tiene instrucciones almacenadas en el mismo que son ejecutables mediante un sistema informático para realizar las etapas de una de las reivindicaciones anteriores 5 o 6.

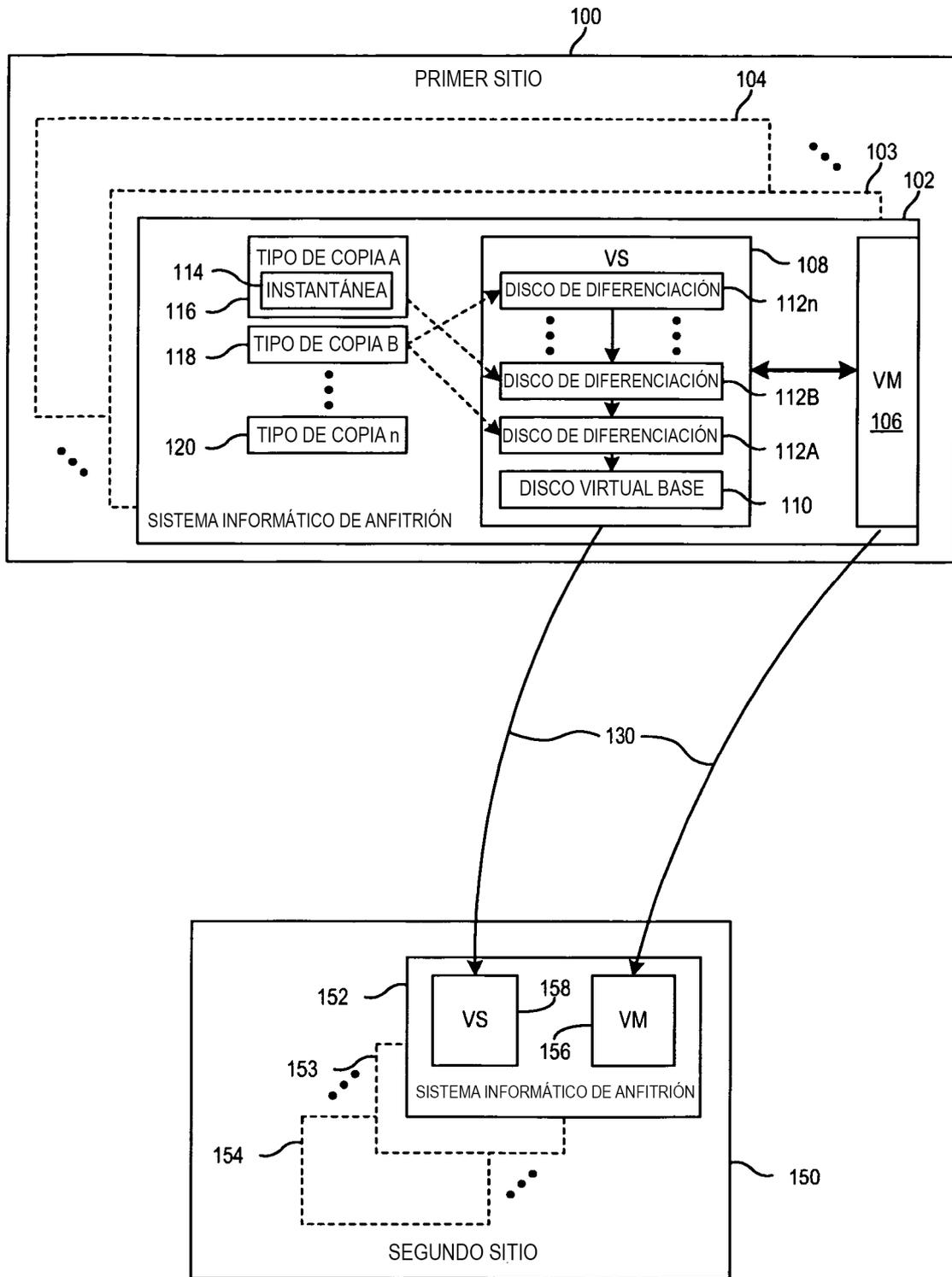


FIG. 1

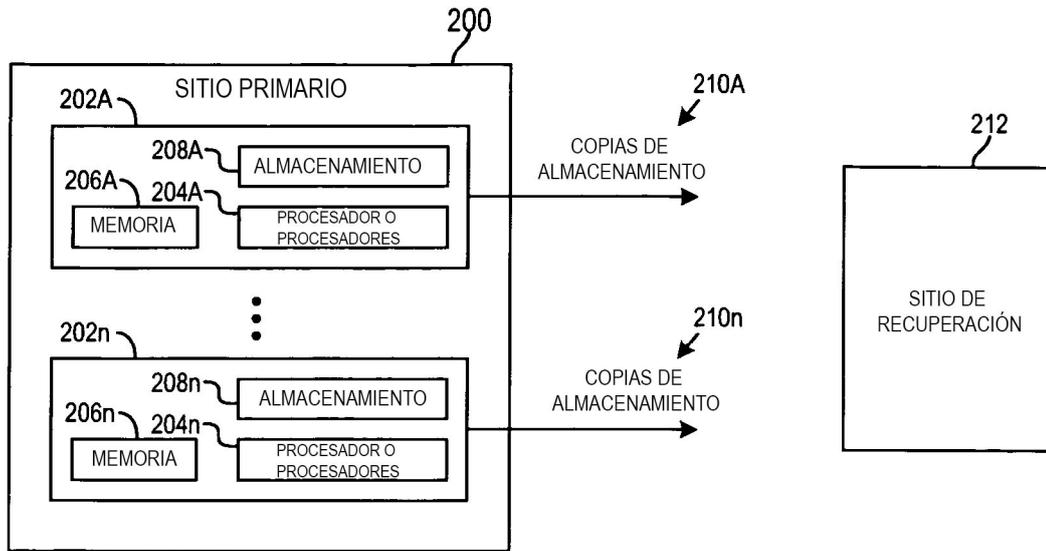


FIG. 2A

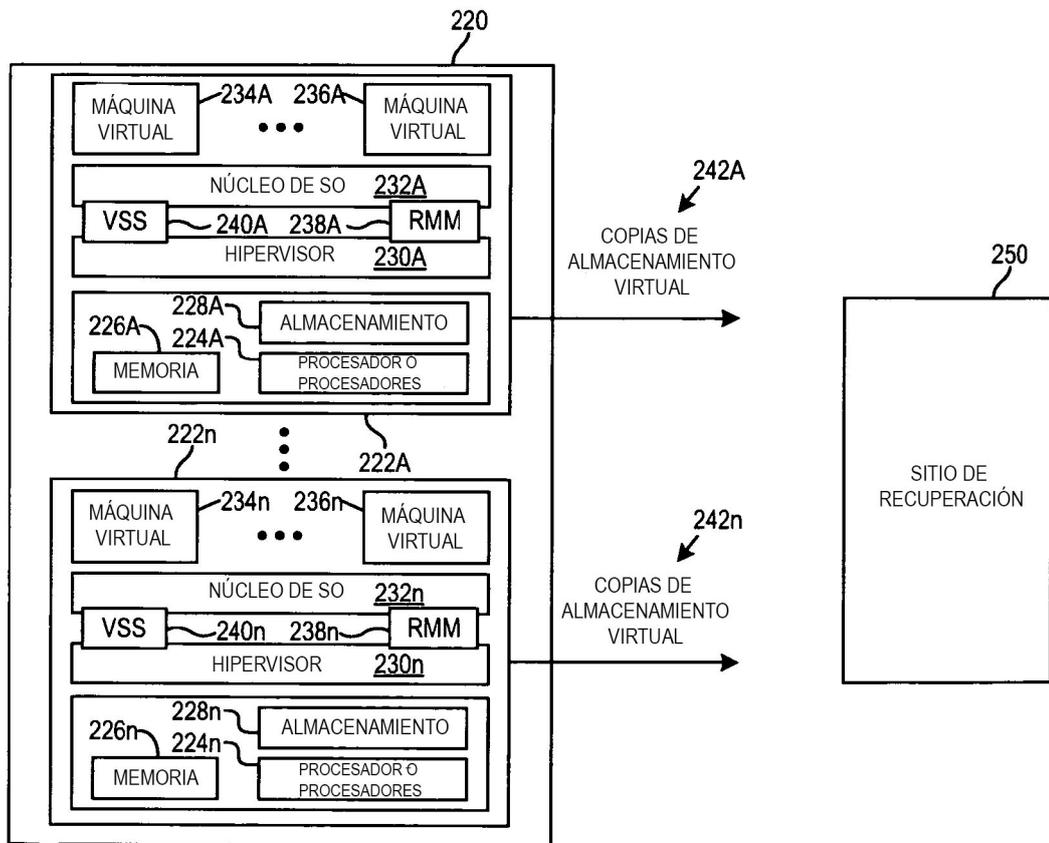


FIG. 2B

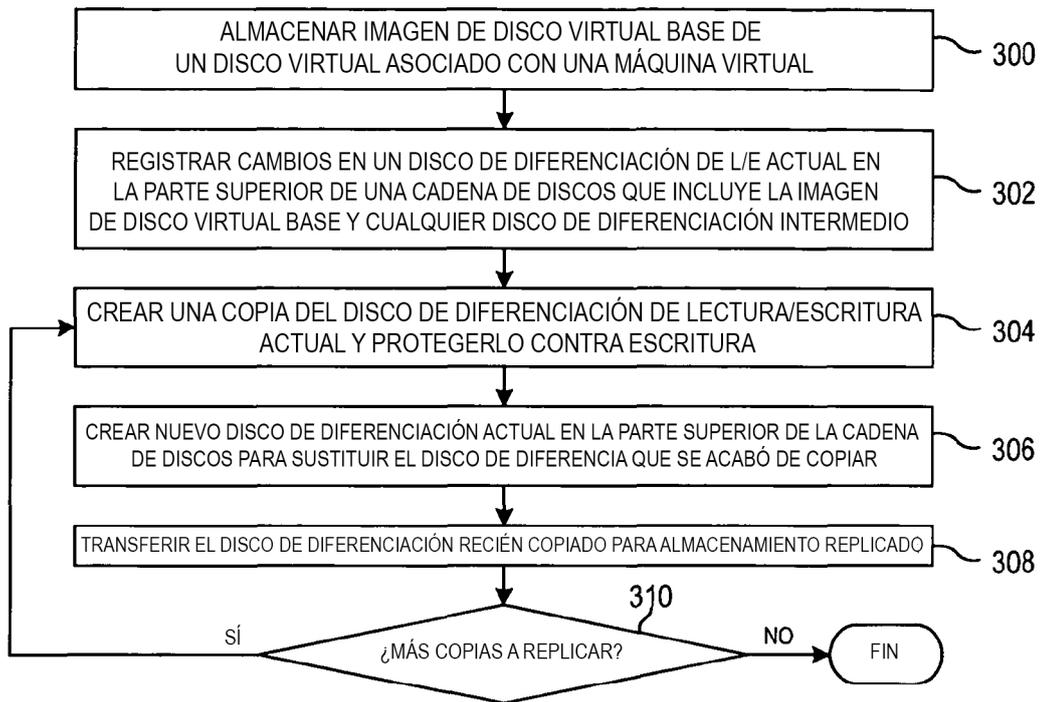


FIG. 3

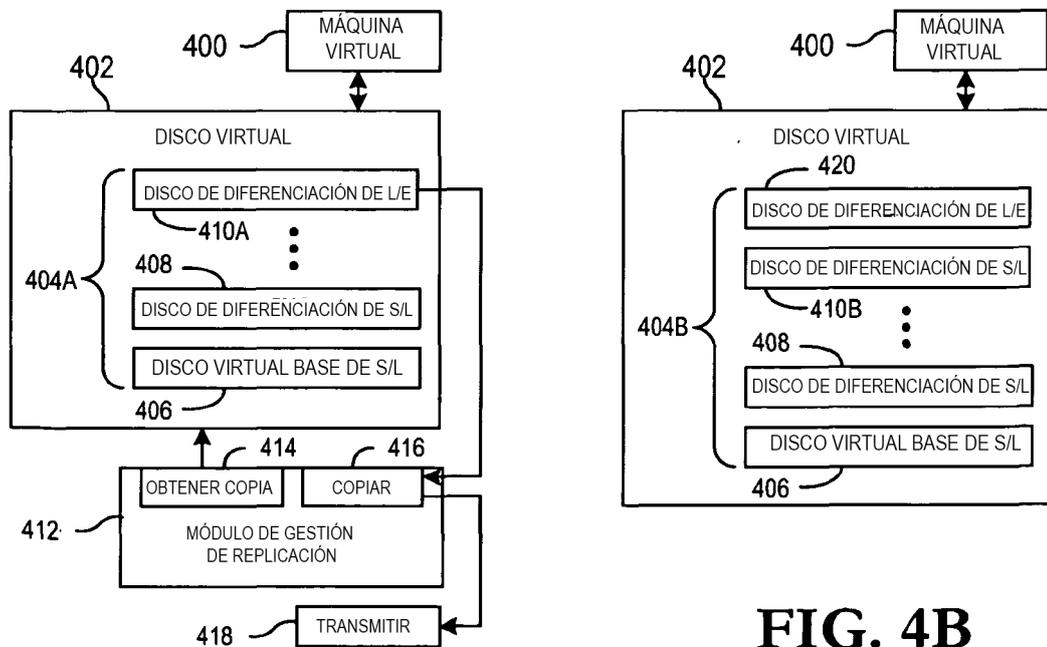


FIG. 4A

FIG. 4B

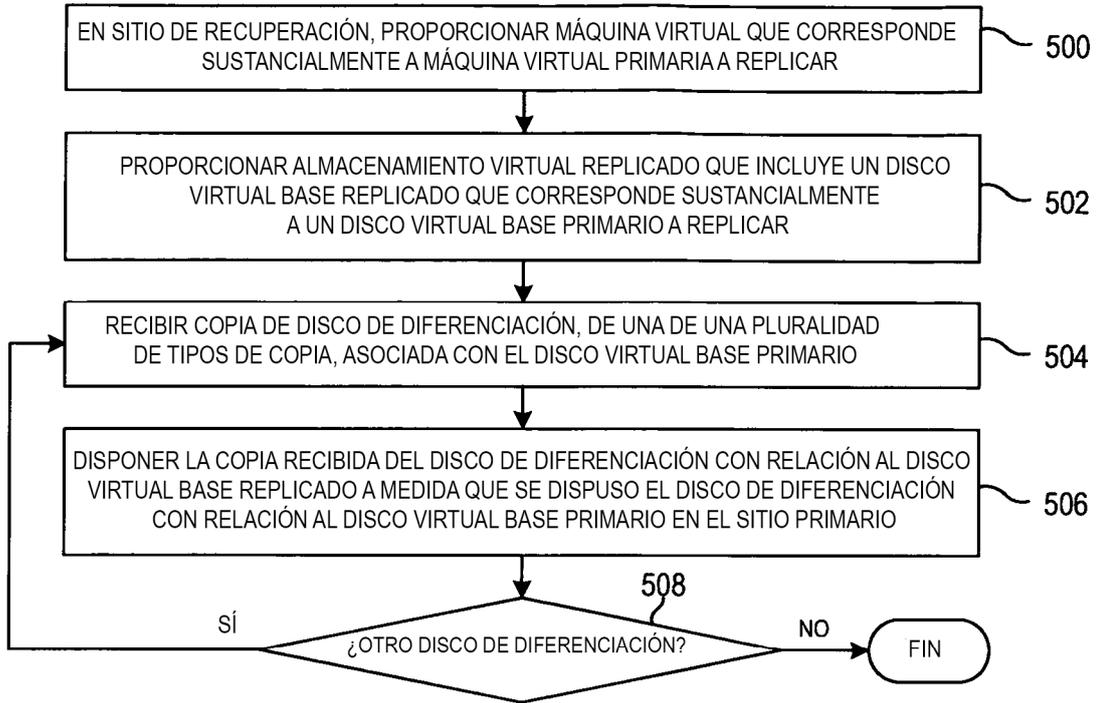


FIG. 5

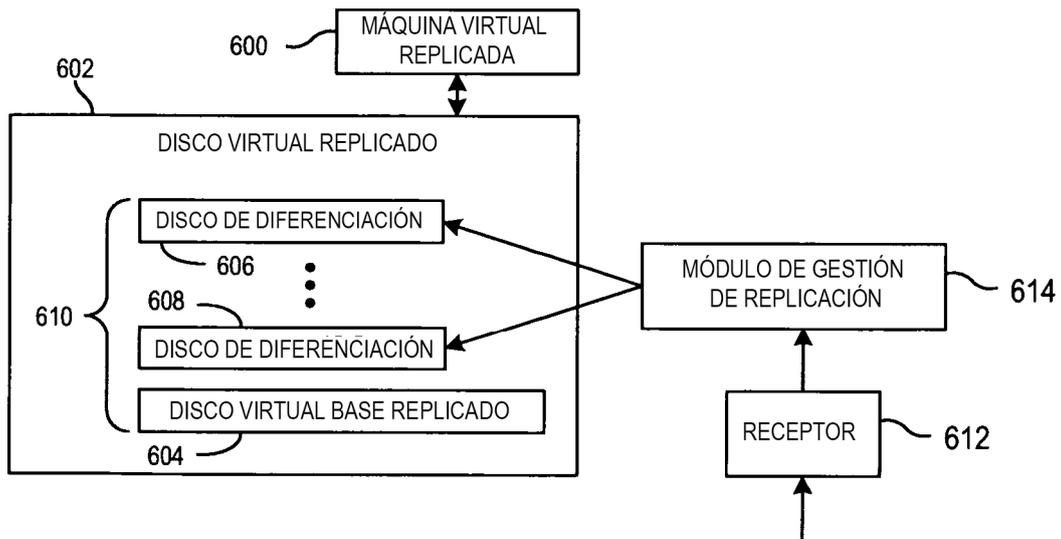


FIG. 6

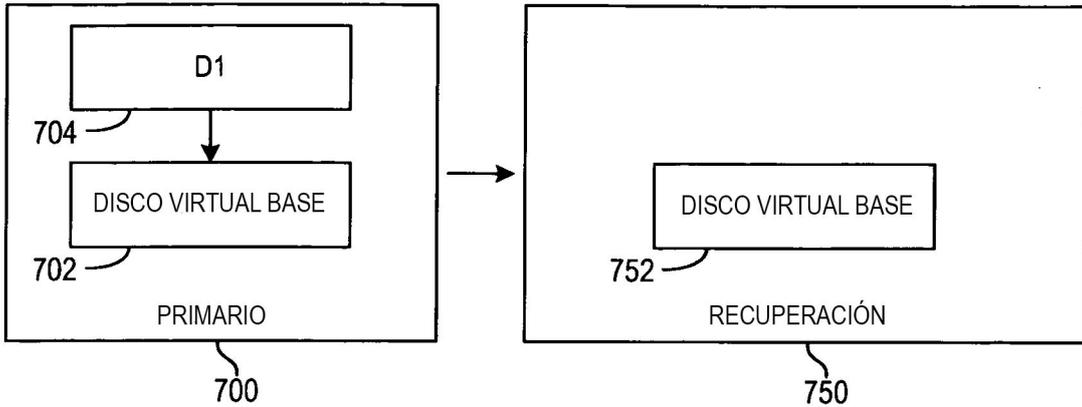


FIG. 7A

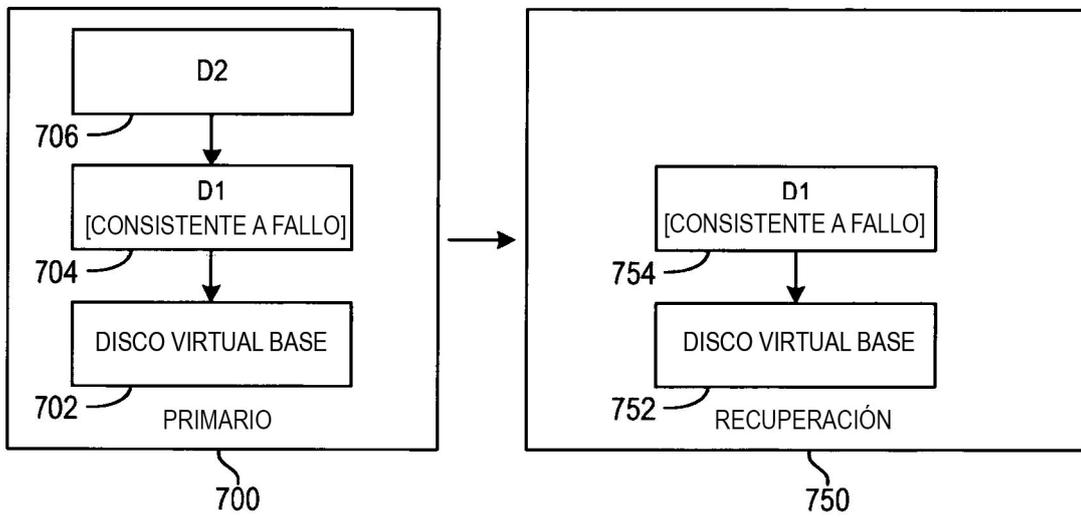


FIG. 7B

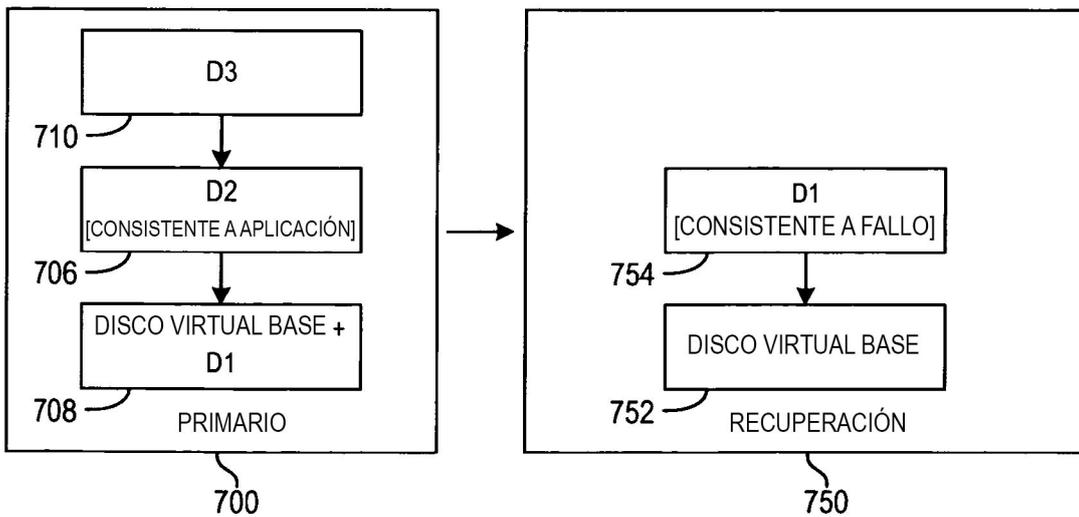


FIG. 7C

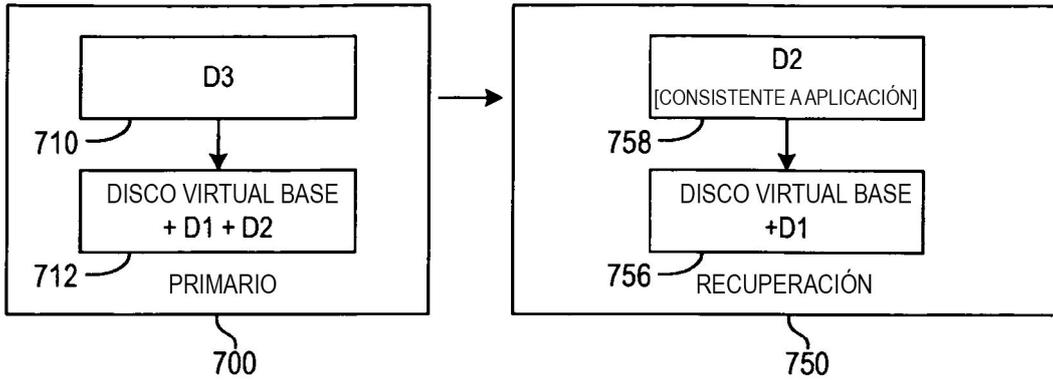


FIG. 7D

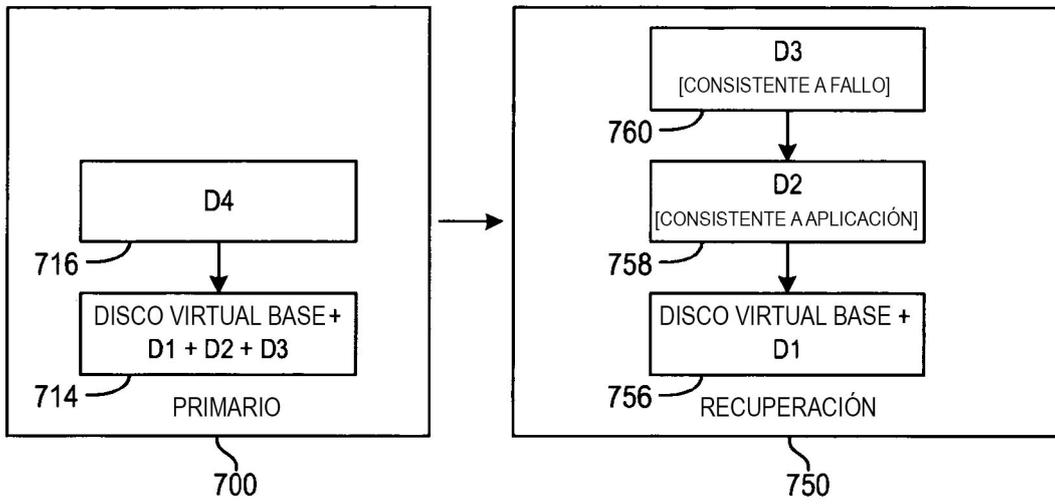


FIG. 7E

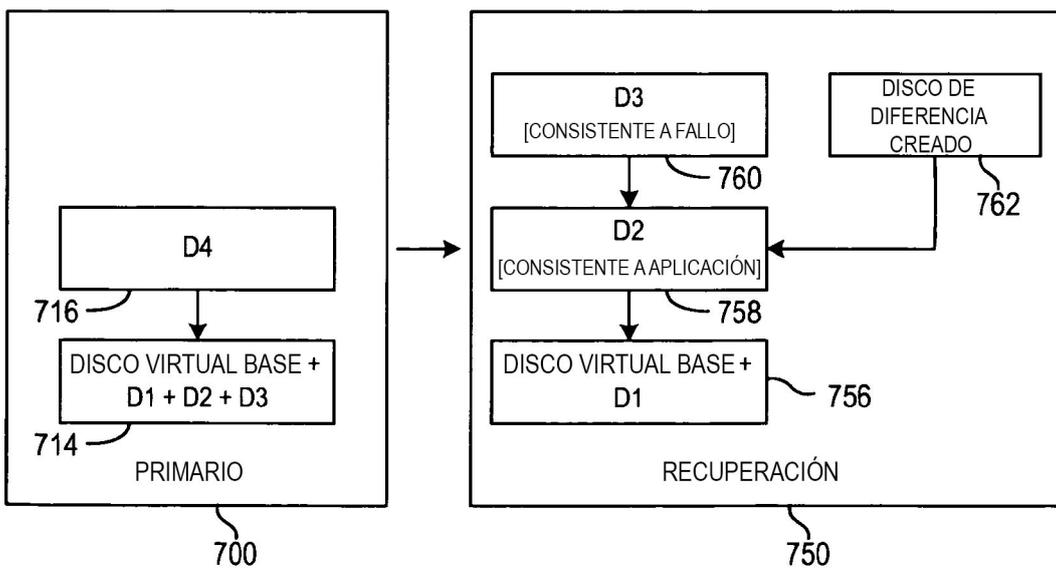


FIG. 7F

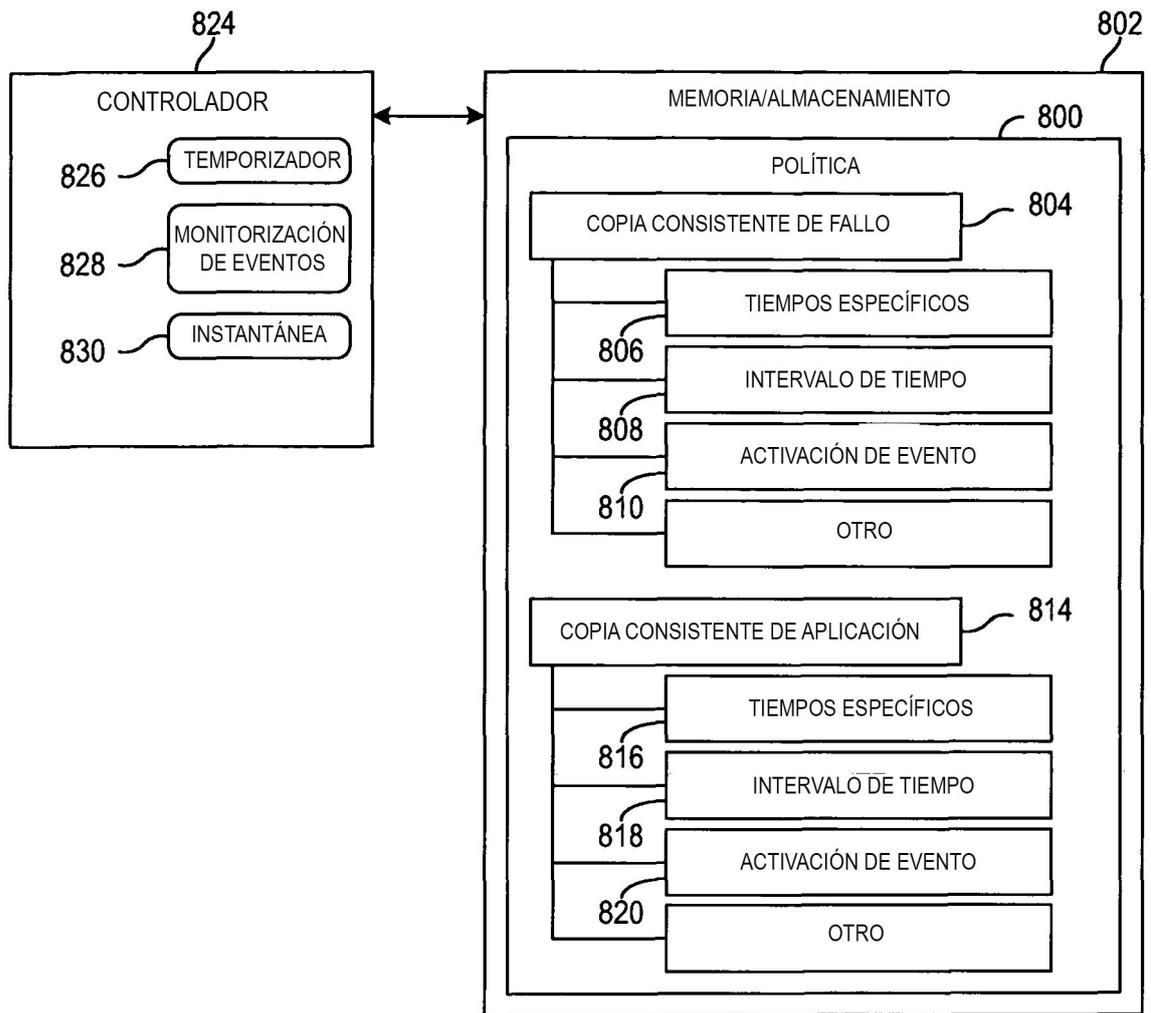


FIG. 8

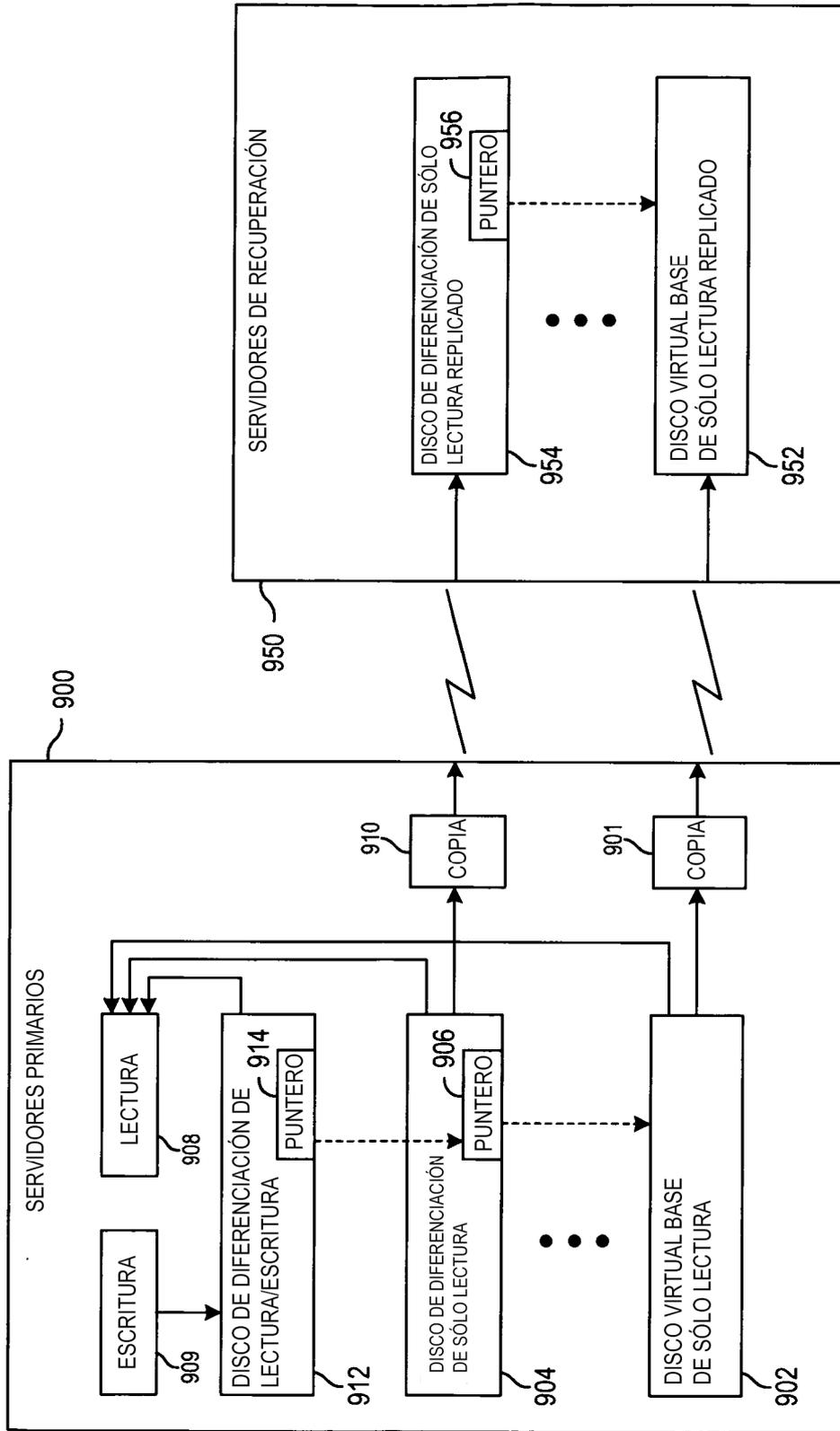


FIG. 9

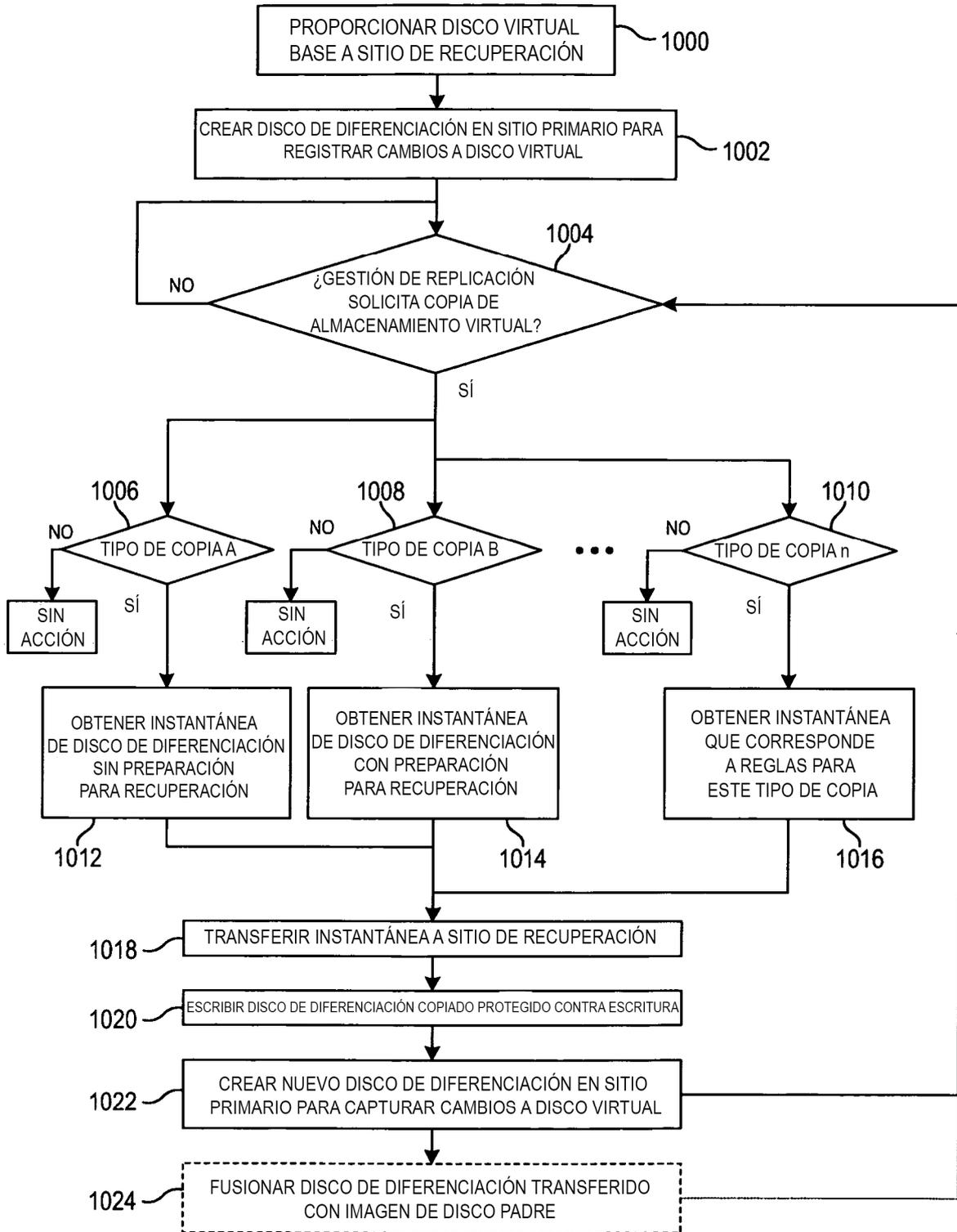


FIG. 10

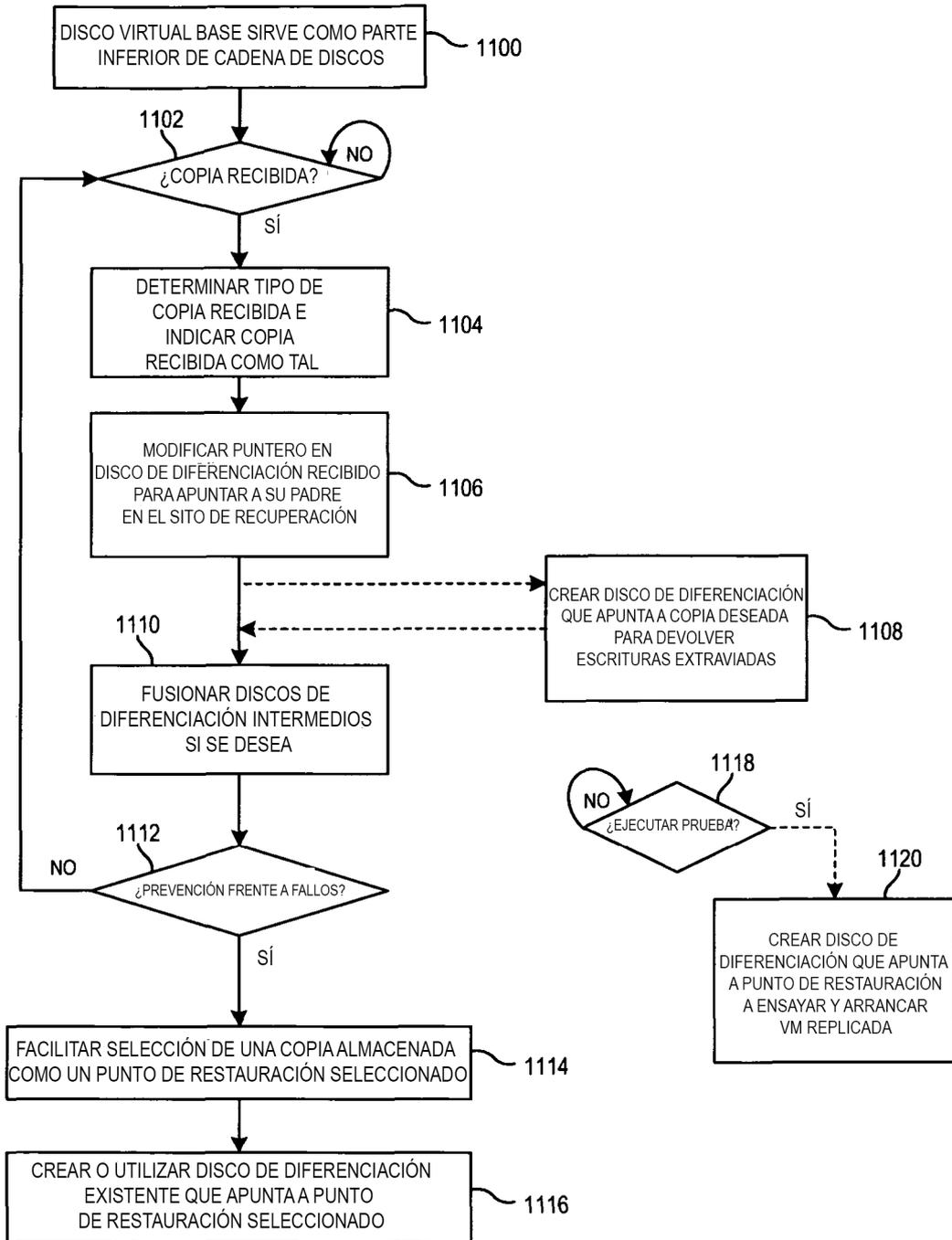


FIG. 11

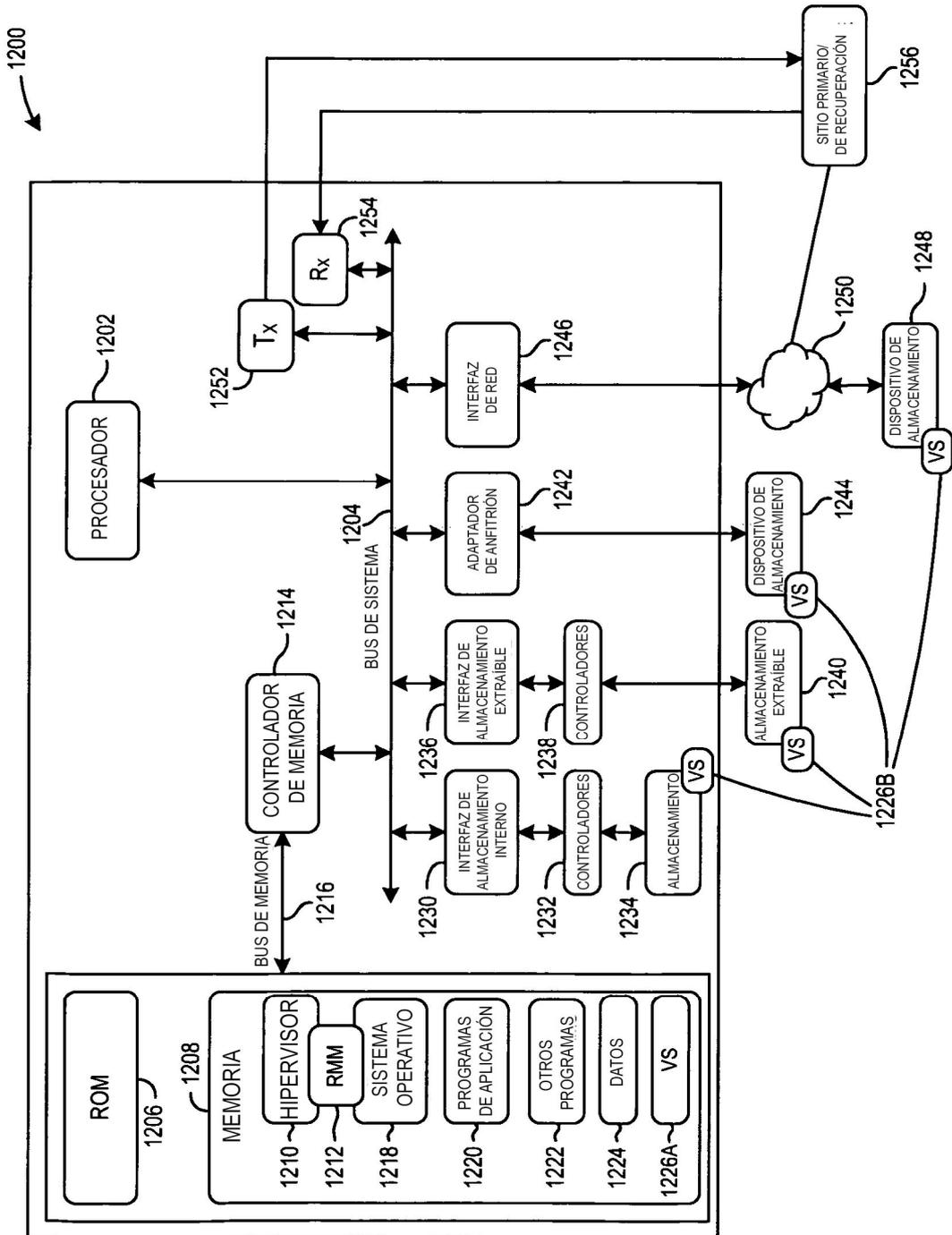


FIG. 12