

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 553**

51 Int. Cl.:

**G06F 11/07** (2006.01)

**G06F 11/14** (2006.01)

**G06F 11/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.06.2016 PCT/US2016/038837**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.12.2016 WO16210015**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2016 E 16738265 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 3314434**

54 Título: **Reconfiguración parcial de componentes de aceleración**

30 Prioridad:

**26.06.2015 US 201514752785**

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

**01.04.2020**

73 Titular/es:

**MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING LLC  
(100.0%)**

**One Microsoft Way  
Redmond, Washington 98052-6399, US**

72 Inventor/es:

**CHIOU, DEREK T.;  
LANKA, SITARAM V.;  
CAULFIELD, ADRIAN M.;  
PUTNAM, ANDREW R. y  
BURGER, DOUGLAS C.**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 751 553 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

Reconfiguración parcial de componentes de aceleración

### Antecedentes

5 Los sistemas informáticos y tecnología relacionada afectan muchos aspectos de la sociedad. En efecto, la habilidad de los sistemas informáticos de procesar información ha transformado el modo en que vivimos y trabajamos. Los sistemas informáticos ahora realizan de manera común una gran cantidad de tareas (por ejemplo, procesamiento de texto, planificación, contabilidad, etc.) que antes de la llegada del sistema informático eran realizadas de manera manual. Más recientemente, los sistemas informáticos han sido acoplados entre sí y a otros dispositivos electrónicos para formar tanto redes informáticas cableadas como inalámbricas sobre las cuales los sistemas informáticos y otros dispositivos electrónicos pueden transferir datos electrónicos. En consecuencia, la realización de muchas tareas informáticas está distribuida entre varios sistemas informáticos diferentes y/o varios entornos informáticos diferentes. Por ejemplo, las aplicaciones distribuidas pueden tener componentes en varios sistemas informáticos diferentes.

10 El documento de Estados Unidos US8145894 describe un módulo acelerador que tiene lógica programable. La reconfiguración se realiza durante el tiempo de ejecución sin reiniciar. El módulo acelerador puede ser un acelerador FPGA.

15 El documento de Japón JP2013/062566 describe un acelerador montado con un dispositivo programable reconfigurable conectado a un aparato de procesamiento de información que incluye medios de almacenamiento de datos de configuración, cada dato de configuración que define una función implementada por el dispositivo programable, y solicita medios para transferir los datos de configuración de una función seleccionada al dispositivo programable para configuración. El dispositivo programable acelerador puede ser una FPGA. El acelerador es capaz de reconfiguración dinámica sin corte de energía.

20 El documento de Estados Unidos US2014/282506 describe un método para reconfigurar un puerto virtual asociado con un primer puerto físico a conectar con un segundo puerto físico para establecer una conexión con un segundo equipo. Esto es aplicado a reconfiguración parcial de un conmutador de fibra sin tirar otras sesiones del puerto virtual.

25 El documento de Estados Unidos US2013/055240 describe un método y aparato para procesamiento de comandos de puerto virtual durante la migración de una máquina virtual.

### Breve compendio

30 Según aspectos de la presente invención se proporciona un método, un producto de programa informático y un aparato como se define en las reivindicaciones independientes anexas 1, 7 y 10.

35 Los ejemplos se extienden a métodos, sistemas, y productos de programas informáticos para reconfigurar de manera parcial componentes de aceleración. Una razón para cambiar la funcionalidad proporcionada de un componente de aceleración es detectada (por ejemplo, un error en el componente de aceleración o una actualización disponible de la funcionalidad proporcionada). La funcionalidad proporcionada en el componente de aceleración es detenida. El componente de aceleración es reconfigurado de manera parcial mediante la escritura de una imagen para la funcionalidad proporcionada al componente de aceleración (por ejemplo, para dirigir un error o actualización de la funcionalidad proporcionada). Otra funcionalidad en el componente de aceleración es mantenida como operativa durante la reconfiguración parcial del componente de aceleración. La funcionalidad proporcionada es activada en el componente de aceleración después de que se complete la reconfiguración parcial del componente de aceleración.

40 Este compendio se proporciona para presentar una selección de conceptos en un modo simplificado que son descritos más en detalle a continuación en la Descripción detallada. Este Compendio no pretende identificar características claves o características esenciales de la materia reivindicada, ni pretende ser usado como una ayuda en la determinación del alcance de la materia reivindicada.

45 Características y ventajas adicionales serán expresadas en la descripción que sigue, y en parte serán obvias a partir de la descripción, o pueden ser aprendidas mediante la práctica. Las características y ventajas pueden ser realizadas y obtenidas por medio de los instrumentos y combinaciones particularmente señalados en las reivindicaciones anexas. Estas y otras características y ventajas serán totalmente aparentes a partir de la descripción siguiente y reivindicaciones anexas, o pueden ser aprendidas mediante la práctica como se expresa en adelante.

### Breve descripción de los dibujos

50 Para describir la forma en la que las anteriormente mencionadas y otras ventajas y características pueden obtenerse, una descripción más particular será entregada mediante la referencia a implementaciones específicas de ellas que están ilustradas en los dibujos anexas. Comprender que estos dibujos representan solo algunas

implementaciones y por lo tanto no se han de considerar limitantes de su alcance, las implementaciones serán descritas y explicadas con especificidad y detalle adicionales a lo largo del uso de los dibujos que acompañan en los cuales:

5 La Figura 1 ilustra una arquitectura ejemplar que incluye un plano de software y un plano de aceleración de hardware.

La Figura 2 ilustra una arquitectura ejemplar, que incluye los servidores, que puede ser usada en un centro de datos.

La Figura 3 ilustra un servidor ejemplar.

La Figura 4 ilustra un servidor ejemplar.

10 La Figura 5 ilustra un servicio ejemplar implementado mediante el uso de componentes de un plano de software y componentes de un plano de aceleración de hardware.

La Figura 6 ilustra un servicio ejemplar implementado mediante el uso de componentes de un plano de software y componentes de un plano de aceleración de hardware.

La Figura 7 ilustra una arquitectura ejemplar de un componente de aceleración.

La Figura 8 ilustra un componente de aceleración que incluye dominios configurables separados.

15 La Figura 9 ilustra funcionalidad para realizar transferencia de datos entre un componente de equipo local y un componente de aceleración de hardware local asociado.

La Figura 10 ilustra una arquitectura ejemplar de un componente de equipo.

La Figura 11 ilustra una arquitectura ejemplar de funcionalidad de gestión para gestionar servicios en un centro de datos.

20 La Figura 12 ilustra una arquitectura ejemplar con componentes adicionales de la funcionalidad de gestión de la Figura 11.

Las Figuras 13A-13D ilustran una arquitectura ejemplar que facilita la reconfiguración parcial de componentes de aceleración.

25 La Figura 14 ilustra un diagrama de flujo de un método ejemplar para reconfigurar parcialmente un componente de aceleración.

Las Figuras 15A-15C ilustran una arquitectura ejemplar que facilita la reconfiguración parcial de un componente de aceleración que tiene un rol incluido en múltiples gráficos.

La Figura 16 ilustra un ejemplo de reconfiguración parcial de un componente de aceleración.

### **Descripción detallada**

30 Los ejemplos se extienden a métodos, sistemas, y productos de programas informáticos para la reconfiguración parcial de componentes de aceleración. Una razón para cambiar la funcionalidad proporcionada de un componente de aceleración es detectada (por ejemplo, un error en el componente de aceleración o una actualización disponible de la funcionalidad proporcionada). La funcionalidad proporcionada en el componente de aceleración es detenida. El  
35 componente de aceleración es reconfigurado parcialmente mediante la escritura de una imagen para la funcionalidad proporcionada en el componente de aceleración (por ejemplo, para dirigir un error o actualizar la funcionalidad proporcionada). Otra funcionalidad en el componente de aceleración es mantenida como operativa durante la reconfiguración parcial del componente de aceleración. La funcionalidad proporcionada es activada en el componente de aceleración después de que se complete la reconfiguración parcial del componente de aceleración.

40 En un aspecto, un componente de aceleración (por ejemplo, un acelerador de hardware, tal como, una Matriz de Puerta Programable de Campo (FPGA)) proporciona funcionalidad a un grupo de componentes de aceleración interoperantes que proporciona aceleración para un servicio. La funcionalidad en cada componente de aceleración en el grupo de componentes de aceleración interoperantes está compuesta junta en un gráfico para proporcionar la aceleración del servicio. El componente de aceleración tiene otra funcionalidad además de la funcionalidad proporcionada. El grupo de componentes de aceleración interoperantes y uno o más componentes de aceleración  
45 son parte de un plano de aceleración de hardware que incluye una gran pluralidad de componentes de aceleración que proporcionan una estructura configurable de componentes de aceleración para acelerar servicios.

Las implementaciones pueden comprender o usar un ordenador de propósito especial o propósito general que incluye hardware informático, tal como, por ejemplo, uno o más procesadores y memoria de sistema, como se discute en mayor detalle a continuación. Las implementaciones también incluyen medios físicos y otros legibles por  
50 un ordenador para llevar o almacenar instrucciones ejecutables por un ordenador y/o estructuras de datos. Tales

medios legibles por un ordenador pueden ser medios disponibles que pueden ser accedidos mediante un sistema informático de propósito general o de propósito especial. Los medios legibles por un ordenador que almacenan instrucciones ejecutables por un ordenador son medios de almacenamiento informático (dispositivos). Los medios legibles por un ordenador que llevan instrucciones ejecutables por un ordenador son medios de transmisión. Así a modo de ejemplo, y no limitación, las implementaciones pueden comprender al menos dos tipos de medios legibles por un ordenador claramente diferentes: medios (dispositivos) de almacenamiento informático y medios de transmisión.

Los medios (dispositivos) de almacenamiento informático incluyen RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM, discos de estado sólido ("SSD") (por ejemplo, basados en RAM), memoria Flash, memoria de cambio de fase ("PCM"), otros tipos de memorias, otro dispositivo de almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otro almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que puede ser usado para almacenar medios de código de programa deseado en la forma de instrucciones ejecutables por un ordenador o estructuras de datos y que pueden ser accedidas mediante un ordenador de propósito general o propósito especial.

Una "red" se define como uno o más enlaces de datos que habilitan el transporte de datos electrónicos entre sistemas informáticos y/o módulos y/o otros dispositivos electrónicos. Cuando la información es transferida o proporcionada sobre una red u otra conexión de comunicaciones (bien cableada, inalámbrica, o una combinación de cableada o inalámbrica) a un ordenador, el ordenador visualiza adecuadamente la conexión como un medio de transmisión. Los medios de transmisión pueden incluir una red y/o enlaces de datos que pueden ser usados para llevar medios de código de programa deseado en la forma de instrucciones ejecutables por un ordenador o estructuras de datos y que pueden ser accedidas mediante un ordenador de propósito general o propósito especial. Combinaciones de lo anterior podrían también incluirse dentro del alcance del medio legible por un ordenador.

Además, al alcanzar varios componentes de sistemas informáticos, los medios de código de programa en la forma de instrucciones ejecutables por un ordenador o estructuras de datos pueden ser transferidos de manera automática desde medios de transmisión a medios (dispositivos) de almacenamiento informático (o viceversa). Por ejemplo, las instrucciones legibles por un ordenador o estructuras de datos recibidas sobre una red o enlace de datos pueden ser almacenadas en RAM dentro de un módulo de interfaz de red (por ejemplo, una "NIC"), y entonces eventualmente transferidos a la RAM del sistema informático y/o a medios (dispositivos) de almacenamiento informático menos volátiles en un sistema informático. Así, debería comprenderse que los medios (dispositivos) legibles por un ordenador pueden ser incluidos en componentes del sistema informático que también (o incluso principalmente) usan medios de transmisión.

Las instrucciones ejecutables por un ordenador comprenden, por ejemplo, instrucciones y datos que, en respuesta a la ejecución en un procesador, causan que un ordenador de propósito general, ordenador de propósito especial, o dispositivo de procesamiento de propósito especial realicen una cierta función o grupo de funciones. Las instrucciones ejecutables por un ordenador pueden ser, por ejemplo, binarias, instrucciones de formato intermedio tales como lenguaje ensamblador, o incluso código fuente. Aunque la materia ha sido descrita en lenguaje específico a características estructurales y/o actos metodológicos, se ha de comprender que la materia definida en las reivindicaciones anexas no está necesariamente limitada a las características descritas o actos descritos anteriormente. Más bien, las características y actos descritos son expuestos como formas ejemplares de implementar las reivindicaciones.

Los expertos en la técnica apreciarán que los aspectos descritos pueden ser practicados en entornos informáticos de red con muchos tipos de configuraciones de sistemas informáticos, que incluyen, ordenadores personales, ordenadores de sobremesa, ordenadores portátiles, procesadores de mensajes, dispositivos de mano, dispositivos llevables, sistemas de multi procesador, electrónica basada en microprocesador o de consumo programable, PC de red, miniordenadores, ordenadores centrales, teléfonos móviles, PDA, tabletas, buscapersonas, relojes, enrutadores, conmutadores, y similares. Los aspectos descritos pueden también practicarse en entornos de sistemas distribuidos donde sistemas informáticos locales y remotos, que están enlazados (bien mediante enlaces de datos cableados, enlaces de datos inalámbricos, o mediante una combinación de enlaces de datos cableados e inalámbricos) a través de una red, ambos realizan tareas. En un entorno de sistema distribuido, los módulos de programas pueden estar localizados tanto en dispositivos de almacenamiento de memoria local como remoto.

Los aspectos descritos pueden también ser implementados en entornos informáticos en la nube. En esta descripción y las siguientes reivindicaciones, "computación en la nube" se define como un modelo para habilitar acceso a redes bajo demanda para un fondo compartido de recursos informáticos configurables. Por ejemplo, la computación en la nube puede emplearse en el mercado para ofrecer acceso ubicuo y conveniente bajo demanda al fondo compartido de recursos informáticos configurables. El fondo compartido de recursos informáticos configurables puede ser rápidamente provisionado a través de la virtualización y liberados con bajo esfuerzo de gestión o interacción con el proveedor de servicios, y entonces escalado en consecuencia.

Un modelo informático en la nube puede ser compuesto de varias características tales como, por ejemplo, auto servicio bajo demanda, acceso a red ancha, fondo de recursos, elasticidad rápida, servicios medidos, y etcétera. Un modelo informático en la nube puede también exponer varios modelos de servicios, tales como, por ejemplo, Software como un Servicio ("SaaS"), Plataforma como un Servicio ("PaaS"), e Infraestructura como un Servicio

("IaaS"). Un modelo informático en la nube puede también ser desplegado mediante el uso de diferentes modelos de despliegue tales como nube privada, nube comunitaria, nube pública, nube híbrida, y etcétera. En esta descripción y en las reivindicaciones, un "entorno informático en la nube" es un entorno en el que se emplea la computación en la nube.

5 En esta descripción y las siguientes reivindicaciones, un "componente de aceleración" es definido como un componente de hardware especializado (por ejemplo, configurado, posiblemente a través de la programación) para realizar una función informática más eficientemente que el software que se ejecuta en una unidad de procesamiento central (CPU) de propósito general. Los componentes de aceleración incluyen Matrices de Puertas Programables de Campo (FPGA), Unidades de Procesamiento Gráfico (GPU), Circuitos Integrados Específicos de Aplicación (ASIC),  
10 dispositivos de lógica programable (PLD) Borrables y/o Complejos, dispositivos de Lógica de Matriz Programable (PAL), dispositivos de Lógica de Matriz Genérica (GAL), y dispositivos de matriz de procesador paralelo de manera masiva (MPPA).

En esta descripción y en las siguientes reivindicaciones, un "rol" es definido como funcionalidad proporcionada por un componente de aceleración usado para acelerar un servicio. Los roles en cada componente de aceleración en un  
15 grupo de componentes de aceleración interoperantes pueden ser enlazados juntos para componer un gráfico que proporciona la aceleración del servicio.

En esta descripción y en las siguientes reivindicaciones, un "gráfico" es definido como un grupo de componentes de aceleración interconectados (por ejemplo, red conectada) que proporciona aceleración para un servicio donde cada componente de aceleración en el grupo proporciona una parte de la funcionalidad de aceleración.

20 En esta descripción y en las siguientes reivindicaciones, una "imagen" es definida como un archivo que incluye información que puede ser usada en la configuración de un componente de aceleración, tal como, por ejemplo, una FPGA. La información incluida en un archivo de imagen puede ser usada para programar componentes de hardware de un componente de aceleración (por ejemplo, bloques lógicos e interconexiones reconfigurables de una FPGA) para implementar funcionalidad deseada. La funcionalidad deseada puede ser implementada para resolver de  
25 manera virtual cualquier problema que sea computable.

En esta descripción y en las siguientes reivindicaciones, un "componente de aceleración vecino" es definido como un componente de aceleración configurado para intercambiar entradas y/o salidas con otro componente de aceleración cuando están interconectados al componente de aceleración con un gráfico. Los vecinos son vistos de forma lógica desde la perspectiva del gráfico. La proximidad física de un componente de aceleración relativo a otro componente  
30 de aceleración no es un factor determinante en la identificación de componentes de aceleración vecinos. Esto es, los componentes de aceleración que no están físicamente adyacentes entre sí (o incluso cerca entre sí en una red o dentro de un centro de datos) pueden configurarse para intercambiar datos entre sí cuando están interconectados con un gráfico. Los componentes de aceleración interconectados dentro de un gráfico pueden ser vistos como componentes de aceleración vecinos aunque los datos intercambiados entre los componentes de aceleración  
35 físicamente pasen a través de otros componentes de aceleración fuera del gráfico o a través de componentes de equipos en tránsito entre los componentes de aceleración. Sin embargo, los componentes de aceleración que están físicamente adyacentes o cerca entre si en una red o en un centro de datos y están interconectados dentro de un gráfico pueden también verse como componente de aceleración vecinos entre sí.

En general, un componente de aceleración puede incluir una matriz de bloques de lógica programable y jerarquía de interconexiones configurables que permiten que bloques lógicos se conecten juntos en diferentes configuraciones para proporcionar diferente funcionalidad (esto es, diferentes roles). Los archivos de imágenes pueden ser recibidos y cargados en un componente de aceleración para configurar bloques de lógica programable y configurar interconexiones para proporcionar la funcionalidad deseada (esto es, roles).

45 En algunos entornos, aplicaciones (servicios) son proporcionadas a un cliente desde un centro de datos. Un centro de datos incluye múltiples (y potencialmente un número muy grande de) dispositivos informáticos de propósito general dirigidos por software. Cada dispositivo informático de propósito general puede incluir una o más unidades de procesamiento central (CPU) que procesan instrucciones legibles por una máquina para realizar actividades informáticas específicas. Los múltiples dispositivos informáticos de propósito general son conectados en red entre sí tal que la potencia combinada de los múltiples sistemas informáticos de propósito general (o subconjuntos de ellos)  
50 pueden ser usados para realizar actividades informáticas más complejas.

Los proveedores de centros de datos se enfrentan a retos constantes para aumentar las capacidades y eficiencia de procesamiento dentro y proporcionada por los centros de datos. Continuar añadiendo más y más dispositivos informáticos de propósito general no es factible debido al menos en parte a las limitaciones de potencia. La especialización de dispositivos informáticos es una opción. Por ejemplo, los dispositivos informáticos pueden especializarse para cargas de trabajo de escala específica para proporcionar alguna ganancia de eficiencia. Sin embargo, la especialización de dispositivos informáticos es problemática por al menos dos razones. Primero, la falta de homogeneidad en un centro de datos aumenta los problemas de gestión y proporciona plataformas inconsistentes para aplicaciones en las que confiar. Además, los servicios de los centros de datos evolucionan rápidamente, lo que hace las características del hardware no programable poco prácticas. Así, los proveedores de

centros de datos necesitan mejoras continuas en el rendimiento y eficiencia pero no pueden obtener esas mejoras a partir de los dispositivos informáticos de propósito general.

5 Los aspectos facilitan reconfigurar parcialmente un componente de aceleración. La reconfiguración parcial puede ser implementada por cualquiera de una variedad de razones, que incluyen dirigir un error en la funcionalidad en el componente de aceleración o actualizar la funcionalidad en el componente de aceleración. Durante la reconfiguración parcial, la conectividad puede mantenerse para cualquier otra funcionalidad en el componente de aceleración intacto por la reconfiguración parcial. La reconfiguración parcial es más eficiente de desplegar que una reconfiguración total de un componente de aceleración.

10 En algunos aspectos, un componente de aceleración proporciona un rol a un grupo de componentes de aceleración interoperantes que proporcionan aceleración de un servicio. Los roles en cada componente de aceleración en el grupo de componentes de aceleración interoperantes se componen juntos en un gráfico que proporciona la aceleración del servicio. El componente de aceleración puede también tener otra funcionalidad además del rol.

15 Por ejemplo, en otro aspecto, un componente de aceleración proporciona roles a una pluralidad de grupos de componentes de aceleración interoperantes compuestos juntos en gráficos para proporcionar aceleración para una pluralidad de servicios correspondientes. Durante la reconfiguración de un rol para un grupo de componentes de aceleración interoperantes, los roles para cualquier otro grupo de componentes de aceleración interoperantes pueden mantenerse. Varios grupos de componentes de aceleración interoperantes pueden ser parte de un plano de aceleración de hardware que incluye una gran pluralidad de componentes de aceleración. El plano de aceleración de hardware proporciona una estructura configurable de componentes de aceleración para acelerar servicios.

20 Un componente de aceleración puede ser programado para incluir una interfaz de red. La interfaz de red permite al componente de aceleración intercambiar tráfico de red con otros componentes, tales como, por ejemplo, otros componentes de aceleración o componentes de equipos. Como tal, cuando un rol en un componente de aceleración está siendo reconfigurado, cualquier otro rol en el componente de aceleración puede ser mantenido como estable y operativo. Además, cuando un rol en un componente de aceleración está siendo reconfigurado, la interfaz de red puede ser mantenida como estable y operativa. Así, durante la reconfiguración de un rol en el componente de aceleración, cualquiera de los otros roles en el componente de aceleración puede continuar usando la interfaz de red para enrutar tráfico de red entre el componente de aceleración y otros componentes.

25 Cualquier número de diferentes componentes podría detectar una razón para cambiar la funcionalidad proporcionada en un componente de aceleración. En un aspecto, un servicio de mayor nivel monitoriza un plano de aceleración de hardware para roles que exhiben un comportamiento incorrecto o roles para los cuales una actualización está disponible. Cuando un comportamiento incorrecto es detectado o una actualización está disponible, el servicio de mayor nivel puede iniciar la reconfiguración de un rol en un componente de aceleración para dirigir el error o actualizar el rol. En otro aspecto, un monitor local en un componente de aceleración monitoriza el componente de aceleración para roles que exhiben un comportamiento incorrecto o roles para los que una actualización está disponible. Cuando un comportamiento incorrecto es detectado o una actualización está disponible, el monitor local puede iniciar la reconfiguración de un rol en el componente de aceleración para dirigir el error o actualizar el rol.

30 En otro aspecto, los componentes de aceleración son enlazados localmente a componentes de equipos (por ejemplo, CPU). En estos otros aspectos, un componente de equipo enlazado localmente monitoriza un componente de aceleración para roles que exhiben un comportamiento incorrecto o roles para los cuales una actualización está disponible. Cuando un comportamiento incorrecto es detectado o una actualización está disponible, el componente de equipo puede iniciar una reconfiguración de un rol en el componente de aceleración para dirigir el error o actualizar el rol.

35 En general, un despliegue de un centro de datos incluye un plano de aceleración de hardware y un plano de software. El plano de aceleración de hardware puede incluir una pluralidad de componentes de aceleración (por ejemplo, FPGA) conectados en red. El plano de software puede incluir una pluralidad de componentes de equipos implementados en software (por ejemplo, unidades de procesamiento (CPU)) conectados en red. Una infraestructura de red puede ser compartida entre el plano de aceleración de hardware y el plano de software. En algunos entornos, los componentes de equipos implementados en software son localmente enlazados a componentes de aceleración correspondientes.

40 La Figura 1 ilustra una arquitectura 102 ejemplar que incluye un plano 104 de software y un plano 106 de aceleración de hardware. El plano 104 de software incluye una colección de componentes dirigidos por software (cada uno denotado por el símbolo "S") mientras que el plano de hardware incluye una colección de componentes de aceleración de hardware (cada uno denotado por el símbolo "H"). Por ejemplo, cada componente de equipo puede corresponderse con un servidor informático que ejecuta instrucciones legibles por una máquina que usan una o más unidades de procesamiento central (CPU). Cada CPU, a su vez, puede ejecutar las instrucciones en uno o más hilos de hardware. Cada componente de aceleración puede ejecutar lógica de hardware para implementar funciones, tales como, por ejemplo, partes de servicios ofrecidos por un centro de datos.

El plano 106 de aceleración de hardware puede construirse mediante el uso de una colección heterogénea de componentes de aceleración, que incluyen diferentes tipos de componentes de aceleración y/o el mismo tipo de componentes de aceleración con diferentes capacidades. Por ejemplo, el plano 106 de aceleración de hardware puede incluir dispositivos FPGA que tienen diferentes capacidades de procesamiento y arquitecturas, una mezcla de dispositivos FPGA y otros dispositivos, etcétera. El plano 106 de aceleración de hardware proporciona una estructura reconfigurable de componentes de aceleración.

Un componente de equipo generalmente realiza operaciones mediante el uso de un paradigma de ejecución temporal (esto es, secuencialmente) mediante el uso de cada uno de sus hilos de hardware de CPU para ejecutar instrucciones legibles por una máquina, una detrás de la otra. En contraste, un componente de aceleración puede realizar operaciones mediante el uso de un paradigma espacial (esto es, concurrentemente) mediante el uso de un gran número de elementos de lógica paralela para realizar tareas informáticas. Así, un componente de aceleración puede realizar algunas operaciones en menos tiempo comparado con un componente de equipo dirigido por software. En el contexto de la arquitectura 102, el calificativo de “aceleración” asociado con el término “componente de aceleración” refleja su potencial para acelerar las funciones que son realizadas por los componentes de equipo.

En un ejemplo, la arquitectura 102 se corresponde con un entorno de centro de datos que incluye una pluralidad de servidores informáticos. El servidor informático se corresponde con los componentes de equipo en el plano 104 de software. En otro ejemplo, la arquitectura 102 se corresponde con un sistema empresarial. En otro ejemplo, la arquitectura 102 se corresponde con un dispositivo o aparato de usuario que usa al menos un componente de equipo que tiene acceso a dos o más componentes de aceleración, etc. Otras implementaciones son también posibles para la arquitectura 102.

La infraestructura 120 de red común acopla componentes de equipos en el plano 104 de software con otros componentes de equipos y acopla los componentes de aceleración en el plano 106 de aceleración con otros componentes de aceleración. Esto es, los componentes de equipos pueden usar infraestructura 120 de red común para interactuar entre sí y los componentes de aceleración pueden usar infraestructura 120 de red común para interactuar entre sí. La interacción entre componentes de equipos en el plano 104 de software es independiente de la interacción entre componentes de aceleración en el plano 106 de aceleración de hardware. Como tal, dos o más componentes de aceleración pueden comunicarse de una forma transparente en relación con los componentes de equipos en el plano 104 de software, y si que los componentes de equipos sean “conscientes” de que interacciones particulares están teniendo lugar en el plano 106 de aceleración de hardware.

La arquitectura 102 puede usar cualquiera de una variedad de protocolos diferentes para facilitar la comunicación entre componentes de aceleración sobre la infraestructura 120 de red y puede usar cualquiera de una variedad de diferentes protocolos para facilitar la comunicación entre componentes de equipos sobre la infraestructura 120 de red. Por ejemplo la infraestructura 102 de red puede usar el protocolo Ethernet para transmitir paquetes del Protocolo de Internet (IP) sobre la infraestructura 120 de red. En otra implementación, a cada componente de equipo local en un servidor se le da una única dirección IP física. El componente de aceleración local en el mismo servidor puede adoptar la misma dirección IP. El servidor puede determinar si un paquete entrante está destinado para el componente de equipo local o destinado para el componente de aceleración local de formas diferentes. Por ejemplo, los paquetes que está destinados para el componente de aceleración local pueden formularse como paquetes UDP que tiene un puerto específico; los paquetes definidos de equipo, por otro lado, pueden no formularse de ese modo. En otro ejemplo, los paquetes pertenecientes al plano 106 de aceleración de hardware pueden distinguirse de los paquetes pertenecientes al plano 104 de software en base al valor de la bandera de estado en cada uno de los paquetes.

Como tal, la arquitectura 102 puede ser vista como dos redes lógicas (plano 104 de software y plano 106 de aceleración de hardware) que comparten los mismos enlaces de comunicación de red físicos. Los paquetes asociados con las dos redes lógicas pueden distinguirse entre ellos mediante sus respectivas clases de tráfico.

En otro aspecto, cada componente de equipo en la arquitectura 102 está acoplado con al menos otro componente de aceleración en el plano 104 de aceleración de hardware a través de un enlace local. Por ejemplo, un componente de equipo y componente de aceleración pueden disponerse juntos y mantener una única unidad de servicio (por ejemplo, un servidor) dentro de la arquitectura 102. En esta disposición, el servidor puede ser referido como el componente de equipo “local” para distinguirlo de los otros componentes de equipo que están asociados con otros servidores. De manera similar, el o los componentes de aceleración de un servidor pueden referirse como el o los componentes de aceleración “locales” para distinguirlos de otros componentes de aceleración que están asociados con otros servidores.

Como se representa en la arquitectura 102, el componente 108 de equipo está acoplado con un componente 110 de aceleración a través de un enlace 112 local (por ejemplo, un enlace de Interconexión de Componentes Periféricos Exprés (PCIe)). Así, el componente 108 de equipo es un componente de equipo local desde la perspectiva del componente 110 de aceleración y el componente 110 de aceleración es un componente de aceleración local desde la perspectiva de un componente 108 de equipo. El enlace local del componente 108 de equipo y el componente 110 de aceleración puede formar parte de un servidor. Más generalmente, los componentes de equipo en el plano 104 de software pueden ser acoplados localmente a los componentes de aceleración en el plano 106 de aceleración de

hardware a través de muchos enlaces individuales conjuntamente representados como un acoplamiento 114 local<sub>H</sub>-a-local<sub>S</sub>.

5 Así, un componente de equipo puede interactuar directamente con cualquier componente de aceleración enlazado localmente. Como tal, un componente de equipo puede iniciar la comunicación a un componente de aceleración enlazado localmente para causar más comunicación entre múltiples componentes de aceleración. Por ejemplo, un componente de equipo puede emitir una solicitud para un servicio (o parte de él) donde la funcionalidad para el servicio (o parte de él) está compuesta sobre un grupo de uno o más componentes de aceleración en el plano 106 de aceleración de hardware.

10 Así, un componente de equipo puede también interactuar indirectamente con otros componentes de aceleración en el plano 106 de aceleración de hardware al cual el componente de equipo no está enlazado localmente. Por ejemplo, el componente 108 de equipo puede comunicarse indirectamente con el componente 116 de aceleración a través del componente 110 de aceleración. Más específicamente, el componente 110 de aceleración se comunica con el componente 116 de aceleración a través de un enlace 118 (por ejemplo, una infraestructura 120 de red).

15 Los componentes de aceleración en el plano 106 de aceleración de hardware pueden usarse para acelerar servicios de gran escala de manera robusta en un centro de datos. Las partes sustanciales de los servicios complejos del centro de datos pueden hacerse corresponder con componentes de aceleración (por ejemplo, FPGA) mediante el uso de interconexiones de baja latencia para extender la computación sobre múltiples componentes de aceleración. Los componentes de aceleración pueden también ser reconfigurados según sea apropiado para proporcionar diferente funcionalidad de servicio en momentos diferentes.

20 La Figura 2 ilustra una arquitectura 202 ejemplar que puede usarse en un centro de datos. Los servidores 204, 206, y 208 pueden incluirse en un bastidor en el centro de datos. Cada uno de los servidores 204, 206, y 208 pueden acoplarse al conmutador 210 encima del bastidor (TOR). Otros bastidores, aunque no se muestran, pueden tener una configuración similar. El servidor 204 además incluye un componente 212 de equipo que incluye las CPU 214, 216, etc. El componente 212 de equipo junto con los componentes de equipos de los servidores 206 y 208 pueden  
25 incluirse en el plano 104 de software. El servidor 204 también incluye un componente 218 de aceleración. El componente 218 de aceleración junto con los componentes de aceleración de los servidores 206 y 208 pueden incluirse en el plano 106 de aceleración de hardware.

30 El componente 218 de aceleración está directamente acoplado con el componente 212 de equipo a través del enlace 220 local (por ejemplo, un enlace PCIe). Así, el componente 212 de equipo puede ver al componente 218 de aceleración como un componente de aceleración local y el componente 218 de aceleración puede ver al componente 212 de equipo como un componente de equipo local. El componente 218 de aceleración y el componente 212 de equipo están también indirectamente acoplados a través del controlador 222 de interfaz de red (por ejemplo, usado para comunicarse sobre la infraestructura 120 de red). El servidor 204 puede cargar imágenes que representan la funcionalidad del servicio en el componente 218 de aceleración.

35 El componente 218 de aceleración está también acoplado con el conmutador 210 TOR. Por lo tanto, en la arquitectura 202, el componente 218 de aceleración representa el camino a través del cual el componente 212 interactúa con otros componentes en el centro de datos (incluyendo otros componentes de equipo y otros componentes de aceleración). La arquitectura 202 permite al componente 218 de aceleración realizar procesamiento en paquetes que son recibidos desde (y/o enviados a) el conmutador 210 TOR (por ejemplo, mediante la realización  
40 de cifrado, compresión, etc.) sin cargar las operaciones basadas en CPU realizadas por el componente 212 de equipo.

45 La funcionalidad 232 de gestión sirve para gestionar las operaciones de la arquitectura 202. La funcionalidad 232 de gestión puede ser implementada físicamente mediante el uso de diferentes arquitecturas de control. Por ejemplo, en una arquitectura de control, la funcionalidad 232 de gestión puede incluir componentes de gestión local plurales que son acoplados a uno o más componentes de gestión global.

50 La Figura 3 ilustra un servidor 302 ejemplar. El servidor 302 ejemplar incluye un componente 304 de equipo que incluye las CPU 306, 308, etc., el componente 310 de aceleración, y el enlace 312 local. El componente 310 de aceleración está directamente acoplado con el componente 304 de equipo a través del enlace 312 local (por ejemplo, un enlace PCIe). Así, el componente 304 de equipo puede ver al componente 310 de aceleración como un componente de aceleración local y el componente 310 de aceleración puede ver al componente 304 de equipo como un componente de equipo local. El componente 304 de equipo y el componente 310 de aceleración pueden estar incluidos en el plano 104 de software y el plano 106 de aceleración de hardware respectivamente. El servidor 302 implementa el controlador 314 de interfaz de red (NIC) como un componente interno del componente 310 de  
55 aceleración. El servidor 302 puede cargar imágenes que representan la funcionalidad del servicio en el componente 310 de aceleración.

La Figura 4 ilustra un servidor 402 ejemplar. El servidor 402 incluye los componentes 404 hasta 406 de equipo que incluyen cualquier número n de componentes de equipo. Los componentes 404 hasta 406 de equipo pueden ser incluidos en un plano 104 de software. El servidor 402 incluye los componentes 408 hasta 410 de aceleración que



incluyen cualquier número  $m$  de componentes de aceleración. Los componentes 408 hasta 410 de aceleración pueden incluirse en el plano 106 de aceleración de hardware. El servidor 402 puede también incluir un controlador de interfaz de red (no mostrado).

5 El servidor 402 puede incluir un único componente de equipo localmente enlazado a dos componentes de aceleración. Los dos componentes de aceleración pueden realizar diferentes tareas respectivas. Por ejemplo, un componente de aceleración puede usarse para procesar el tráfico saliente a su conmutador TOR local, mientras que el otro componente de aceleración puede ser usado para procesar el tráfico entrante desde el conmutador TOR. Además, el servidor 402 puede cargar imágenes que representan la funcionalidad del servicio en cualquiera de los componentes 408 hasta 410 de aceleración.

10 En general, un servicio (por ejemplo, clasificación de documentos, cifrado, compresión, visión informática, traducción de voz, aprendizaje automático, etc.) puede implementarse en uno o más componentes de equipo, en uno o más componentes de aceleración, o una combinación de uno o más componentes de equipo y uno o más componentes de aceleración dependiendo de qué componentes son más adecuados para proporcionar diferentes partes del servicio.

15 La Figura 5 ilustra un servicio 512 ejemplar implementado mediante el uso de componentes del plano 104 de software y componentes del plano 106 de aceleración de hardware. En la operación (1), el componente 502 de equipo se comunica con el componente 504 de equipo en el curso de la realización de una tarea informática. En la operación (2) el componente 504 de equipo entonces solicita el uso del servicio 512 que es implementado en el plano 106 de aceleración de hardware (aunque el componente 504 de equipo puede no ser “consciente” de dónde se implementa el servicio 512) mediante la comunicación con el componente 506 de aceleración sobre un enlace local.

20 El servicio 512 solicitado es un servicio compuesto extendido sobre una pluralidad de componentes de aceleración, cada uno de los cuales realiza una parte específica del servicio. Aunque el componente 506 de aceleración fue contactado para solicitar el uso del servicio 512, el componente 506 de aceleración puede no ser el componente principal del servicio compuesto (o incluso parte del servicio de múltiples componentes). En vez de eso, el componente 508 de aceleración puede ser el componente principal para el servicio compuesto.

25 Como tal, en la operación (3), el componente 504 de equipo se comunica de manera indirecta con el componente 508 de aceleración a través del componente 506 de aceleración. El componente 508 de aceleración entonces realiza su parte del servicio compuesto para generar un resultado de salida intermedio. En la operación (4), el componente 508 de aceleración entonces invoca al componente 510 de aceleración, que realiza otra parte respectiva del servicio compuesto, para generar un resultado final. En las operaciones (5), (6), y (7), el plano 106 de aceleración de hardware envía de manera sucesiva el resultado final de vuelta al componente 504 de aceleración solicitante, a través de la misma cadena de componentes descrita anteriormente pero en la dirección opuesta.

30 Las operaciones en el plano 106 de aceleración de hardware son realizadas de una manera independiente a las operaciones realizadas en el plano 104 de software. En otras palabras, los componentes de equipo en el plano 104 de software no gestionan las operaciones en el plano 106 de aceleración de hardware. Sin embargo, los componentes de equipos pueden invocar las operaciones en el plano 106 de aceleración de hardware mediante la emisión de solicitudes de servicios que están alojados por el plano 106 de aceleración de hardware.

35 El plano 106 de aceleración de hardware opera de una manera que es transparente a un componente de equipo solicitante. Por ejemplo, el componente 504 de equipo puede no ser “consciente” de cómo su solicitud está siendo procesada en el plano 106 de aceleración de hardware, incluyendo el hecho de que el servicio se corresponde con un servicio compuesto.

40 La comunicación en el plano 104 de software (por ejemplo, correspondiente a la operación (1)) puede tener lugar mediante el uso de la misma infraestructura 120 de red común como la comunicación en el plano 106 de aceleración de hardware (por ejemplo, correspondiente a las operaciones (3) – (6)). Las operaciones (2) y (7) pueden tener lugar sobre un enlace local, correspondiente al acoplamiento  $114_{\text{local}_H\text{-}a\text{-}local_s}$  mostrado en la Figura 1.

45 La Figura 6 ilustra un servicio 612 ejemplar implementado mediante el uso de componentes de un plano de software y componentes de un plano 106 de aceleración de hardware. El servicio 612 usa una estructura de flujo diferente que el servicio 512. Más específicamente, en la operación (1), un componente de equipo (no mostrado) envía una solicitud a su componente 602 de aceleración local. En este ejemplo, el componente 602 de aceleración local es también el componente principal del servicio 612. En la operación (2), el componente 602 de aceleración local puede entonces enviar uno o más mensajes a una pluralidad de componentes de aceleración respectivos. Cada componente de aceleración que recibe un mensaje puede realizar una parte de un servicio compuesto en paralelo con los otros componentes de aceleración. (La Figura 6 puede representar solo una parte del servicio 612, otras partes del servicio 612 pueden ser implementadas en otros aceleradores de hardware).

50 En general, un componente de aceleración puede incluir cualquiera de una variedad de componentes algunos de los cuales pueden ser más o menos comunes sobre diferentes imágenes de aplicación. Algunos componentes, tales como, por ejemplo, un rol, son distintos entre imágenes de aplicación. Otros componentes, tales como, por ejemplo, enrutadores, componentes de transporte, conmutadores, grabadores de diagnóstico, etc., pueden ser relativamente

- comunes entre algún número de imágenes de aplicación. Estos otros componentes relativamente comunes pueden ser vistos como incluidos en una capa intermedia de abstracción o “intérprete de comandos blando”. Más componentes, tales como, por ejemplo, puentes, controles de derivación, Tarjetas de Interfaces de Red, Interfaces Encima del Bastidor, memorias intermedias, controladores de memoria, controladores de PCIe, controladores de red
- 5 Inter-FPGA, memorias e interfaces de configuración, interfaces de equipo, interfaces de depuración y canal-trasero (por ejemplo interfaces del Grupo de Acción de Prueba Conjunta (JTAG), interfaces de Circuitos Inter-Integrados (I2C), etc.), sensores, etc. pueden ser muy comunes entre un número muy alto de (y esencialmente todos) imágenes de aplicación. Estos otros muy comunes componentes pueden ser vistos como incluidos en una capa mayor de abstracción (por ejemplo, que los otros componentes relativamente comunes) o “intérprete de comandos”.
- 10 Cuando un componente de aceleración (por ejemplo, una FPGA) es reconfigurado con nueva funcionalidad, es probable (aunque no garantizado) que un rol (esto es, la lógica específica de aplicación) en el componente de aceleración cambie. Sin embargo, no es probable que la funcionalidad existente en el intérprete de comandos blando cambie y es extremadamente improbable que la funcionalidad existente en el intérprete de comandos
- 15 cambie. Así, los componentes del intérprete de comandos blando y en mayor medida los componentes en el intérprete de comandos proporcionan una interfaz común para un rol. Como tal, el intérprete de comandos permite que código para un rol sea portado de manera relativamente fácil sobre diferentes componentes de aceleración.
- Volviendo a la Figura 7, la Figura 7 ilustra una arquitectura ejemplar de un componente 702 de aceleración. El componente 702 de aceleración puede incluirse en el plano 106 de aceleración de hardware. Los componentes incluidos en el componente 702 de aceleración pueden implementarse en recursos hardware (por ejemplo, bloques
- 20 lógicos e interconexiones programables) del componente 702 de aceleración.
- El componente 702 de aceleración incluye lógica 706 de aplicación, intérprete de comandos 704 blando asociado con un primer conjunto de recursos y el intérprete de comandos 711 asociado con un segundo conjunto de recursos. Los recursos asociados con el intérprete de comandos 711 se corresponden con componente relacionados con la interfaz a nivel más bajo que generalmente permanece igual sobre diferentes escenarios de aplicación. Los recursos
- 25 asociados con el intérprete de comandos 704 blando pueden permanecer iguales sobre al menos algunos escenarios de aplicación diferentes. La lógica 706 de aplicación puede además conceptualizarse como que incluye un dominio de aplicación (esto es, un “rol”). El dominio de aplicación o rol puede representar una parte de la funcionalidad incluida en un servicio compuesto extendido sobre una pluralidad de componentes de aceleración.
- El dominio de aplicación aloja lógica 706 de aplicación que realiza tareas específicas del servicio (tales como una
- 30 parte de la funcionalidad para clasificar documentos, cifrado de datos, compresión de datos, facilitar visión informática, facilitar traducción de voz, etc.). Los recursos asociados con el intérprete de comandos 704 blando están generalmente menos sujetos al cambio comparados con los recursos de aplicación, y los recursos asociados con el intérprete de comandos 711 están menos sujetos al cambio comparados con los recursos asociados con el intérprete de comandos 704 blando (aunque es posible cambiar (reconfigurar) cualquier componente del
- 35 componente 702 de aceleración).
- En la operación, la lógica 706 de aplicación interactúa con los recursos del intérprete de comandos y recursos del intérprete de comandos blando de una manera análoga al modo en que una aplicación implementada en software interactúa con sus recursos del sistema operativo subyacentes. A partir de un punto de vista de desarrollo de
- 40 aplicación, el uso de recursos del intérprete de comandos comunes y recursos del intérprete de comandos blando libera al desarrollador de tener que recrear estos componentes comunes para cada servicio.
- En referencia primero al intérprete de comandos 711, los recursos del intérprete de comandos incluyen un puente 708 para acoplar el componente 702 de aceleración al controlador de la interfaz de red (a través de la interfaz 710 de NIC) y un conmutador encima del bastidor local (a través de una interfaz 712 TOR). El puente 708 también incluye un camino de datos que permite que el tráfico desde la NIC o TOR fluya en el componente 702 de
- 45 aceleración, y el tráfico desde el componente 702 de aceleración que fluya fuera a la NIC o TOR. Internamente, el puente 708 puede estar compuesto de varios FIFO (714, 716) que almacenan en la memoria intermedia los paquetes recibidos, y varios selectores y lógica de arbitraje que enrutan los paquetes a sus destinos deseados. Un componente 718 de control de derivación, cuando se activa, puede controlar el puente 708 de forma que los paquetes son transmitidos entre la NIC y TOR sin más procesamiento mediante el componente 702 de aceleración.
- El controlador 720 de memoria gobierna la interacción entre el componente 702 de aceleración y la memoria 722
- 50 local (tal como memoria DRAM). El controlador 720 de memoria puede realizar corrección de errores como parte de sus servicios.
- La interfaz 724 de equipo proporciona funcionalidad que permite que el componente 702 de aceleración interactúe con un componente de equipo local (no mostrado). En una implementación, la interfaz 724 de equipo puede usar una Interconexión de Componentes Periféricos Exprés (PCIe), junto con acceso de memoria directo (DMA), para intercambiar información con el componente de equipo local. El intérprete de comandos exterior puede también incluir varias otras características 726, tales como generadores de señal de reloj, LED de estado, funcionalidad de
- 55 corrección de errores, etc.

Volviendo al intérprete de comandos 704 blando, el enrutador 728 es para enrutar mensajes entre varios componentes internos del componente 702 de aceleración, y entre el componente 702 de aceleración y las entidades externas (por ejemplo, a través de un componente 730 de transporte). Cada punto final está asociado con un puerto respectivo. Por ejemplo, el enrutador 728 está acoplado con el controlador 720 de memoria, interfaz 724 de equipo, 5 lógica 706 de aplicación, y componente 730 de transporte.

El componente 730 de transporte formula paquetes para transmitir a entidades remotas (tales como otros componentes de aceleración), y recibe paquetes desde las entidades remotas (tales como otros componentes de aceleración). Un conmutador 732 de 3 puertos, cuando es activado, toma la función del puente 708 mediante el enrutado de los paquetes entre la NIC y TOR, y entre la NIC o Tor y un puerto local asociado con el componente 702 10 de aceleración.

El grabador 734 de diagnósticos puede almacenar información concerniente a las operaciones realizadas por el enrutador 728, componente 730 de transporte, y conmutador 732 de 3 puertos en una memoria intermedia circular. Por ejemplo, la información puede incluir datos sobre direcciones IP origen y destino de un paquete, datos 15 específicos del equipo, marcas de tiempo, etc. Un técnico puede estudiar un log de la información en un intento de diagnosticar causas de un fallo o rendimiento por debajo del óptimo en el componente 702 de aceleración.

Una pluralidad de componentes de aceleración similar al componente 702 de aceleración puede ser incluida en el plano 106 de aceleración de hardware.

Los componentes de aceleración pueden usar diferentes topologías de red (en vez de usar una infraestructura 120 de red común para comunicación) para comunicarse entre ellos. En un aspecto, los componentes de aceleración se conectan directamente entre sí, tal como, por ejemplo un rodete de dos dimensiones.

La Figura 8 ilustra un componente 802 de aceleración que incluye los dominios 804, 806, etc. configurables por separado. Un componente (no mostrado) de configuración puede configurar cada dominio configurable sin afectar a 25 otros dominios configurables. Por lo tanto, el componente de configuración puede configurar uno o más dominios configurables mientras que los otros dominios configurables ejecutan operaciones basadas en sus configuraciones respectivas, que no son molestadas.

La Figura 9 ilustra la funcionalidad para realizar transferencia de datos entre un componente 902 de equipo y un componente 904 de equipo asociado (por ejemplo, enlazado localmente). Los datos pueden ser transferidos a través de una interfaz de equipo (por ejemplo, la interfaz 724 de equipo), por ejemplo, mediante el uso de PCIe junto con la transferencia de memoria DMA. En la operación (1), la lógica 906 de equipo pone datos a ser procesados en la memoria 908 intermedia de entrada de grano fijo en la memoria principal asociada con la lógica 906 de equipo. En la 30 operación (2), la lógica 906 de equipo instruye al componente 904 de aceleración a recuperar los datos y empezar a procesarlos. El hilo de la lógica de equipo se pone entonces a dormir hasta que recibe un evento de notificación desde el componente 904 de aceleración, o continúa procesando otros datos de manera asíncrona. En la operación (3), el componente 904 de aceleración transfiere los datos desde la memoria de la lógica del equipo y los pone en una memoria 910 intermedia de entrada del componente de aceleración.

En las operaciones (4) y (5), la lógica 912 de aplicación recupera los datos desde la memoria 910 intermedia de entrada, los procesa para generar un resultado de salida, y pone el resultado de salida en una memoria 914 intermedia de salida. En la operación (6), el componente 904 de aceleración copia los contenidos de la memoria 914 intermedia de salida en la memoria 916 intermedia de salida (en la memoria de la lógica de equipo). En la operación 40 (7), el componente 904 de aceleración notifica a la lógica 906 de equipo que los datos están listos para recuperarlos. En la operación (8), el hilo de la lógica de equipo se despierta y consume los datos en la memoria 916 intermedia de salida. La lógica 906 de equipo puede entonces descartar los contenidos de la memoria 916 intermedia de salida, que permite al componente 904 de aceleración reusarla en la siguiente operación de carga.

La Figura 10 ilustra una arquitectura ejemplar de un componente 1002 de aceleración. El componente 1002 de 45 aceleración puede incluir uno o más dispositivos 1004 de procesamiento, tales como una o más unidades de procesamiento central (CPU). El componente 1002 de aceleración puede también incluir cualquier recurso 1006 de almacenamiento para almacenar cualquier tipo de información, tal como código, configuraciones, datos, etc. Sin limitación, por ejemplo, los recursos 1006 de almacenamiento pueden incluir cualquier RAM de cualquier tipo, ROM de cualquier tipo, dispositivos flash, discos duros, discos ópticos, y etcétera. Más generalmente, cualquier recurso de 50 almacenamiento puede usar cualquier tecnología para almacenar información. Además, cualquier recurso de almacenamiento puede proporcionar retención volátil o no volátil de información. Además, cualquier recurso de almacenamiento puede representar un componente fijo o móvil del componente 1002 de equipo. En un caso, el componente 1002 de equipo puede realizar cualquiera de las operaciones asociadas con funcionalidad inquilina local, cuando los dispositivos 1004 de procesamiento llevan a cabo instrucciones asociadas almacenadas en 55 cualquier recurso de almacenamiento o combinación de recursos de almacenamiento. El componente 1002 de equipo también incluye uno o más mecanismos 1008 de dirección para interactuar con cualquier recurso de almacenamiento, tal como un mecanismo de disco duro, un mecanismo de disco duro óptico, etc.

5 El componente 1002 de equipo también incluye un módulo 1010 de entrada/salida para recibir varias entradas (a través de dispositivos 1012 de entrada), y para proporcionar varias salidas (a través de los dispositivos 1014 de salida). Un mecanismo de salida particular puede incluir un dispositivo 1016 de presentación y una interfaz 1018 de usuario gráfica (GUI) asociada. El componente 1002 de equipo puede también incluir uno o más interfaces 1020 de red para intercambiar datos con otros dispositivos a través de uno o más conductos 1022 de comunicación. Uno o más buses 1024 de comunicación acoplan de manera comunicativa los componentes descritos anteriormente.

10 El o los conductos 1022 de comunicación pueden implementarse de cualquier manera, por ejemplo, mediante una red de área local, una red de área ancha (por ejemplo, la Internet), conexiones punto a punto, etc., o cualquier combinación de ellos. El o los conductos 1022 de comunicación pueden incluir cualquier combinación de enlaces cableados, enlaces inalámbricos, enrutadores, funcionalidad de puerta de enlace, servidores de nombres, etc., gobernados por cualquier protocolo o combinación de protocolos.

Una pluralidad de componentes de equipo similares al componente 1002 de equipo pueden incluirse en el plano 104 de software.

15 La Figura 11 ilustra una arquitectura 1102 ejemplar de funcionalidad 1122 de gestión para gestionar servicios en un centro de datos. La funcionalidad 1122 de gestión puede incluir varios subcomponentes que realizan diferentes funciones respectivas (que pueden ser físicamente implementadas de diferentes modos). La arquitectura 1102 puede ser incluida en la arquitectura 102. Como tal, la funcionalidad 1122 de gestión así como otros componentes asociados pueden implementarse en recursos de hardware de un componente de equipo (por ejemplo, en el plano 104 de software) y/o implementarse en recursos de hardware de un componente de aceleración (por ejemplo, en el plano 106 de aceleración de hardware). Los recursos de hardware del componente de equipo pueden incluir cualquiera de los recursos de hardware asociados con el componente 1002 de equipo. Los recursos de hardware del componente de aceleración pueden incluir cualquiera de los recursos de hardware asociados con el componente 20 702 de aceleración.

25 Un componente 1124 de determinación local, por ejemplo, puede identificar las ubicaciones actuales de los servicios dentro de la arquitectura 102, en base a la información almacenada en un almacén 1126 de datos. En la operación, el componente 1124 de determinación de ubicación puede recibir una solicitud para un servicio. En respuesta, el componente 1124 de determinación de ubicación devuelve una dirección asociada con el servicio, si ese servicio está presente en el almacén 1126 de datos. La dirección puede identificar un componente de aceleración particular en el plano 106 de aceleración de hardware que aloja (o es la cabeza de) el servicio solicitado.

30 El componente 1128 de manejo de solicitudes (RHC) procesa solicitudes para servicios hechas por instancias de funcionalidad inquilina. Por ejemplo, una instancia de funcionalidad inquilina puede corresponderse con un programa de software que se ejecuta en un componente de equipo local particular. Ese programa de software puede solicitar un servicio en el curso de su ejecución. El RHC 1128 maneja la solicitud mediante la determinación de un componente apropiado en la arquitectura 102 para proporcionar el servicio. Los posibles componentes para considerarse incluyen un componente de aceleración local (asociado con el componente de equipo local desde el cual se origina la solicitud); un componente de aceleración remoto; y/o el propio componente de equipo local (después de lo cual el componente de equipo local implementa el servicio en software). El RHC 1128 hace su determinación en base a una o más consideraciones de manejo de solicitudes, tales como si el servicio solicitado pertenece a un servicio de tasa de línea. Además, el RHC 1128 puede interactuar con el componente 1124 de 35 determinación de ubicación en la realización de sus funciones.

40 Un componente 1130 de asignación de servicio global (GSAC) puede operar en un modo de segundo plano y global, asignando servicios a componentes de aceleración en base a las condiciones globales en la arquitectura 102 (más que manejando solicitudes individuales desde instancias de funcionalidad inquilina, como hace el RHC 1128). Por ejemplo, el GSAC 1130 puede invocar su función de asignación en respuesta a un cambio en la demanda que afecta a uno o más servicios. El GSAC 1130 toma su determinación en base a una o más consideraciones de asignación, tal como la demanda histórica asociada con los servicios, etc. Además, el GSAC 1130 puede interactuar con el componente 1124 de determinación de ubicación en la realización de sus funciones. Un subcomponente del GSAC 1130 puede también gestionar servicios multicomponentes y/o compuestos. Un servicio multicomponente es un servicio que está compuesto de partes plurales. Los plurales componentes de aceleración respectivos realizan las 45 partes respectivas.

50 La Figura 12 ilustra una arquitectura ejemplar con componentes adicionales de funcionalidad 1122 de gestión. Como se describió, el componente 1124 de gestión de ubicación identifica la ubicación actual de los servicios dentro de la arquitectura 102, en base a la información almacenada en el almacén 1126 de datos. En la operación, el componente 1124 de determinación de ubicación recibe una solicitud para un servicio. En respuesta, devuelve la dirección del servicio, si está presente dentro del almacén 1126 de datos. La dirección puede identificar un componente de aceleración particular que implementa el servicio.

55 El componente 1128 de manejo de solicitudes (RHC) maneja solicitudes para servicios mediante la funcionalidad inquilina que reside en los componentes de equipo. En respuesta a cada solicitud de un componente de equipo local, el RHC 1128 determina un componente apropiado para implementar el servicio. Por ejemplo, el RHC 1128

puede elegir entre: un componente de aceleración local (asociado con el componente de equipo local desde el que hizo la solicitud); un componente de aceleración remoto o el mismo componente de equipo local (después de lo cual el componente de equipo local implementa el servicio en software) o alguna combinación de ellos. El RHC 1128 realiza su determinación en base a una o más consideraciones de manejo de solicitudes.

5 El componente 1130 de asignación general (GSAC), por otro lado, opera mediante la asignación global de servicios a componentes de aceleración dentro de la arquitectura 102 para cumplir la demanda anticipada general en el sistema de procesamiento de datos y/o satisfacer otros objetivos (más que solicitudes individuales por componentes de equipo). En la realización de sus funciones, el componente 1130 de GSAC puede dibujar en el almacén 1202 de datos que proporciona información de fondo libre. La información de fondo libre identifica componentes de  
10 aceleración que tienen capacidad libre para implementar uno o más servicios. El GSAC 1130 puede también recibir información de entrada que tiene una portadora en sus decisiones de asignación. Tal pieza de información de entrada pertenece a información de demanda histórica asociada con un servicio, por ejemplo, como se mantiene en un almacén 1204 de datos.

15 El GSAC 1130 y el RHC 1128 pueden usar, en parte, lógica común para lograr sus decisiones de asignación, y esa lógica común puede, en parte, tener en cuenta consideraciones de asignaciones similares. Además, tanto el RHC 1128 como el GSAC 1130 interactúan con el componente 124 de determinación de ubicación en el curso de la realización de sus respectivas operaciones. Al contrario, como se describió, el GSAC 1130 enmarca sus decisiones en un contexto global, mientras que el RHC 1128 es un componente a demanda que está enfocado principalmente en satisfacer solicitudes específicas.

20 El componente 1206 de configuración configura componentes de aceleración, por ejemplo, mediante el envío de un flujo de configuración a los componentes de configuración. Un flujo de configuración especifica la lógica (por ejemplo, una imagen) a ser "programada" en un componente de aceleración receptor. El componente 1206 de configuración puede usar diferentes estrategias para configurar un componente de aceleración.

25 El componente 1208 de monitorización de fallos determina si un componente de aceleración previamente configurado ha fallado. Varios componentes de la funcionalidad 1122 de gestión pueden responder a la notificación de fallo mediante la sustitución de un componente de aceleración de repuesto por un componente de aceleración fallado, la reconfiguración de un componente de aceleración, reconfigurar parcialmente el componente de aceleración, recargar los datos en un componente de aceleración, etc.

30 Como se describió, una funcionalidad para un servicio o parte de él puede ser proporcionada mediante roles que enlazan desde un grupo de componentes de aceleración interoperantes. Los roles enlazados pueden estar compuestos en un gráfico dirigido en una variedad de formas diferentes, que incluye un gráfico acíclico dirigido, un gráfico cíclico dirigido, etc., para proporcionar funcionalidad de servicio y/o aceleración. Por ejemplo, en algunos aspectos, los roles enlazados están compuestos en una tubería o anillo.

35 Las Figuras 13A-13D ilustran una arquitectura 1300 ejemplar que facilita reconfigurar parcialmente un componente de aceleración. En referencia inicialmente a la Figura 13A, la arquitectura 1300 informática incluye el componente 1301 de aceleración, servicio 1302 de configuración, imágenes 1307, y otros componentes 1308. El componente 1301 de aceleración, el servicio 1302 de configuración, las imágenes 1307, y otros componentes 1308 pueden conectarse a (o ser parte de) una red, tal como, por ejemplo, una Red de Área Local ("LAN"), una Red de Área Ancha ("WAN"), e incluso la Internet. En consecuencia, el componente 1301 de aceleración, el servicio 1302 de  
40 configuración, las imágenes 1307, y otros componentes 1308 así como cualquier otro sistema informático conectado, pueden crear datos relacionados con el mensaje e intercambiar datos relacionados con el mensaje (por ejemplo, datagramas del Protocolo de Internet ("IP") y otros protocolos de capas superiores que usan datagramas de IP, tales como, Protocolo de Control de Transmisión ("TCP"), Protocolo de Transferencia de Hipertexto ("HTTP"), Protocolo de Transferencia de Correo Simple ("SMTP"), Protocolo de Acceso de Objetos Simple (SOAP), etc. o mediante el uso de otros protocolos sin datagramas) sobre la red. En un aspecto, el componente 1301 de  
45 aceleración, el servicio 1302 de configuración, las imágenes 1307, y otros componentes 1308 están conectados a la infraestructura 120 de red.

50 El componente 1301 de aceleración puede incluir una matriz de bloques de lógica programable y una jerarquía de interconexiones configurables que permiten que bloques de lógica programable se conecten juntos en diferentes configuraciones (para proporcionar diferente funcionalidad (esto es, diferentes roles)). Los archivos de imágenes pueden ser cargados en el componente 1301 de aceleración para configurar bloques de lógica programable y configurar interconexiones para proporcionar la funcionalidad deseada. Las imágenes 1307 incluyen una o más imágenes que incluyen las imágenes 1311, 1312, etc. Las imágenes 1307 pueden estar en una ubicación de red y/o locales al componente 1031 de aceleración. Como tal, uno o más archivos de imágenes a partir de las imágenes  
55 1307 pueden ser cargados en el componente 1301 de aceleración para configurar el componente 1301 de aceleración para proporcionar el rol 1303, rol 1304, y la interfaz 1306 de red.

El componente 1301 de aceleración puede estar incluido en uno o más grupos de componentes de aceleración interoperantes. Dentro de cada grupo de componentes interoperantes, el componente 1301 de aceleración puede proporcionar un rol. El rol puede estar enlazado junto con roles en otros componentes de aceleración para componer

un gráfico que proporciona aceleración de hardware para un servicio. Por ejemplo, el componente 1301 de aceleración puede proporcionar el rol 1303 a un gráfico y puede proporcionar el rol 1304 a otro gráfico diferente.

5 Otros componentes 1308 pueden incluir otros componentes de aceleración (por ejemplo, en el plano 106 de aceleración de hardware) y componentes de equipo (por ejemplo, en el plano 104 de software). La interfaz 1306 de red facilita la comunicación de red entre el rol 1303 y los otros componentes 1308 y entre el rol 1304 y otros componentes 1308.

10 Por ejemplo, el rol 1303 puede intercambiar tráfico 1313 de red con otros componentes 1308. El tráfico 1313 de red puede incluir tráfico de red que se origina en el rol 1303 o tráfico de red que se enruta desde un componente en otros componentes 1308 a otro componente en otros componentes 1308 (por ejemplo, entre los componentes en un gráfico). De manera similar, el rol 1304 puede intercambiar tráfico 1314 de red con otros componentes 1308. El tráfico 1314 de red puede incluir tráfico de red que se origina en el rol 1304 o tráfico de red que se enruta desde un componente en otros componentes 1308 a otro componente en otros componentes 1308 (por ejemplo, entre componentes en un gráfico).

15 El servicio 1302 de configuración puede monitorizar la operación del componente 1301 de aceleración. El servicio 1302 de configuración puede ser un servicio de monitorización de nivel superior (por ejemplo, en la infraestructura 120 de red), ubicado en un componente de equipo enlazado localmente, o incluso interno al componente 1301 de aceleración. El servicio 1302 de configuración puede monitorizar el componente 1301 de aceleración para comportamientos incorrectos y/o funcionalidad que ha de ser actualizada. Cuando el servicio 1302 de configuración detecta un comportamiento incorrecto o que una actualización es apropiada, el servicio 1302 de configuración puede 20 iniciar una reconfiguración parcial del componente 1301 de aceleración. Así, cuando el servicio 1302 de configuración es interno al componente 1301 de aceleración, el componente 1301 de aceleración puede autoiniciar una reconfiguración parcial.

25 Volviendo a la Figura 14, la Figura 14 ilustra un diagrama de flujo de un método 1400 ejemplar para reconfigurar de manera parcial un componente de aceleración. El método 1400 será descrito con respecto a los componentes y datos de la arquitectura 1300 informática.

El método 1400 incluye detectar una razón para cambiar la funcionalidad proporcionada en un componente (1401) de aceleración. Por ejemplo, el servicio 1302 de configuración puede detectar el error 1321 en la operación de un rol 1303. De manera alternativa, el servicio 1303 de configuración puede detectar que hay una actualización disponible para el rol 1303.

30 El método 1400 incluye detener la funcionalidad proporcionada en el componente (1402) de aceleración. Volviendo a la Figura 13B, el servicio 1302 de configuración envía un mensaje 1322 de detención al rol 1303. En respuesta, el rol 1303 puede detener la operación. Detener la operación del rol 1303 puede incluir detener la transmisión de datos desde el rol 1303 (esto es, decirle al rol 1303 que pare de transmitir). Cuando sea apropiado, el servicio 1302 de configuración puede también notificar a componentes del flujo ascendente y del flujo descendente del rol 1303 (por 35 ejemplo, en el mismo gráfico) que el rol 1303 está siendo parado. Cuando sea apropiado, el servicio 1302 de configuración puede también enviar mensajes de detención a los componentes del flujo ascendente y del flujo descendente del rol 1303. Los mensajes de detención instruyen a los componentes del flujo ascendente y del flujo descendente del rol 1303 que paren de recibir datos desde el rol 1303 (esto es, no escuchen al rol 1303). En respuesta, los componentes del flujo ascendente y del flujo descendente del rol 1303 pueden parar de escuchar al rol 1303. Los componentes del flujo ascendente y del flujo descendente pueden también tomar acciones apropiadas con datos en proceso (por ejemplo, memoria intermedia, tirar, enviar NACK a otros componentes, etc.) hasta que el rol 1303 esté operativo otra vez.

45 El método 1400 incluye reconfigurar de manera parcial el componente de aceleración mediante la escritura de una imagen para la funcionalidad proporcionada al componente (1403) de aceleración. Por ejemplo, el servicio 1302 de configuración puede enviar un comando 1323 de escribir imagen a las imágenes 1307. El comando 1323 de escribir imagen causa que la imagen 1312 sea escrita desde las imágenes 1307 al componente 1301 de aceleración. La escritura de imagen 1312 al componente 1301 de aceleración reprograma los bloques de lógica programable e interconexiones reconfigurables para proporcionar el rol 1303. La reprogramación puede dirigir el error 1321. De manera alternativa, la reprogramación puede ser usada para actualizar el rol 1303.

50 El método 1400 incluye mantener otra funcionalidad como operativa durante la reconfiguración parcial del componente (1404) de aceleración. Por ejemplo, el rol 1304 así como la funcionalidad en un intérprete de comandos o intérprete de comandos blando puede ser mantenida como operativa durante la reconfiguración del rol 1303. Por ejemplo, la interfaz 1306 de red puede ser mantenida como operativa durante la reconfiguración del rol 1303. Como tal, el rol 1304 puede continuar enrutando el tráfico 1314 de red entre el componente 1301 de aceleración y otros 55 componentes 1308 a través de las interfaces 1306 de red durante la reconfiguración del rol 1303.

El método 1400 incluye activar la funcionalidad proporcionada en el componente de aceleración después de que se complete (1405) la reconfiguración parcial del componente de aceleración. Por ejemplo, volviendo a la Figura 13C, cuando el rol 1303 es recargado con éxito, el rol 1303 (recargado) puede enviar un mensaje 1324 de configuración

completa al servicio 1302 de configuración. En respuesta al mensaje 1324 de configuración completa, el servicio 1302 de configuración puede enviar un comando 1326 de activación al rol 1303 (recargado). En respuesta al comando 1326 de activación, el rol 1303 (recargado) puede otra vez procesar datos y enrutar tráfico de red. Cuando sea apropiado, el servicio 1302 de configuración puede enlazar el rol 1303 (recargado) con componentes del flujo ascendente y del flujo descendente en un gráfico y notificar a los componentes del flujo ascendente y del flujo descendente que el rol 1303 (recargado) está operativo. Los componentes del flujo ascendente y del flujo descendente pueden entonces tomar las acciones apropiadas par interoperar con el rol 1303 (recargado).

Volviendo a la Figura 13D, el rol 1303 (recargado) puede intercambiar tráfico 1323 de red con otros componentes 1308. El tráfico 1323 de red puede incluir tráfico de red que se origina en el rol 1303 (recargado) o tráfico de red que se enruta desde un componente en otros componentes 1308 a otro componente en otros componentes 1308 (por ejemplo, entre componentes en un gráfico).

Las Figuras 13A-13D ilustran la reconfiguración de un rol 1303 mientras que el rol 1304 permanece operativo. Durante la reconfiguración del rol 1303, los recursos asociados a un intérprete de comandos (por ejemplo, interfaz de red 1306) y/o a un intérprete de comandos blando en el componente 1301 de aceleración pueden también permanecer operativos. Otros aspectos incluyen un componente de aceleración con un único rol. En estos otros aspectos, los recursos asociados con un intérprete de comandos y/o un intérprete de comandos blando al componente de aceleración pueden permanecer operativos mientras que el rol es reconfigurado o incluso cuando un nuevo rol es cargado en el componente de aceleración.

Las Figuras 15A-15C ilustran una arquitectura 1500 ejemplar que facilita reconfigurar de manera parcial un componente de aceleración que tiene roles incluidos en múltiples gráficos. Como se representa, la arquitectura 1500 incluye el servicio 1531 de configuración y los componentes 1501, 1502, 1503, 1504, y 1506 de aceleración. Los componentes 1501, 1502, 1503, 1504, y 1506 de aceleración (por ejemplo, FPGA) pueden ser incluidos en un plano de aceleración de hardware, tal como, el plano 106 de aceleración de hardware. La disposición representada de componentes 1501, 1502, 1503, 1504, y 1506 de aceleración es lógica. La proximidad física de los componentes 1501, 1502, 1503, 1504, y 1506 de aceleración entre ellos puede variar (por ejemplo, mismo servidor, distintos servidores en el mismo bastidor, diferentes bastidores, etc.).

El componente 1501 de aceleración está programado con los roles 1512 y 1517.

Cada uno de los componentes 1502, 1503, 1504, y 1506 está programado con un rol 1511, 1513, 1514, y 1516 especificado respectivamente. Los roles 1511, 1512, y 1513 son enlazados juntos para componer el gráfico 1521. El gráfico 1521 puede proporcionar aceleración de hardware para un servicio. Los roles 1514, 1517, y 1516 son enlazados juntos para componer el gráfico 1522. El gráfico 1522 puede proporcionar aceleración de hardware para otro servicio diferente.

Las entradas y salidas de los roles en componentes de aceleración vecinos (lógicamente) pueden depender el uno del otro o entrada y salida de otros componentes (por ejemplo, componentes de equipo o funcionalidad compuesta de un grupo diferente de componentes de aceleración interoperantes). Por ejemplo, la entrada al rol 1512 puede depender de la salida del rol 1511. De manera similar, la entrada del rol 1513 puede depender de la salida del rol 1512.

Algunos de los componentes 1501, 1502, 1503, 1504, y 1506 de aceleración pueden participar en una comunicación en un sentido o dos sentidos con componentes de aceleración vecinos (lógicamente) y otros componentes (por ejemplo, componentes de equipo). Así, la entrada y salida de un componente de aceleración puede depender de la entrada y salida de otro componente de aceleración y viceversa. Por ejemplo, la entrada al rol 1511 puede depender de la entrada desde el rol 1512 y la entrada al rol 1512 puede depender de la salida del rol 1513.

Un gráfico representa una agrupación compuesta de roles enlazados que proporcionan funcionalidad de aceleración o una parte de ella. Por ejemplo, el gráfico 1521 puede proporcionar aceleración para parte de un servicio de clasificación de documentos usado para proporcionar resultados de un motor de búsqueda. El gráfico 1521 puede interoperar con otras partes de la funcionalidad del servicio compuesta de otros grupos de componentes de aceleración interoperantes y/o proporcionado por uno o más componentes de equipo. Por ejemplo, para un servicio de clasificación de documentos, la extracción de características del documento puede estar compuesta de un grupo de componentes de aceleración interoperantes, los cálculos de expresiones de forma libres pueden estar compuestos de otro grupo de componentes de aceleración interoperantes, y los cálculos de puntuación pueden estar compuestos de otro grupo de componentes de aceleración interoperantes.

El gráfico 1522 puede proporcionar aceleración para otra parte del servicio de clasificación de documentos o puede proporcionar aceleración para algún otro servicio (por ejemplo, cifrado, compresión, visión artificial, traducción de voz, aprendizaje automático, etc.).

El servicio 1531 de configuración puede monitorizar los otros componentes representados en la arquitectura 1500. Durante la monitorización, el servicio 1531 de configuración puede detectar un error 1532 en el rol 1512. De manera alternativa, el servicio 1531 de configuración puede detectar un mensaje 1537 de actualización disponible que indica que hay una actualización disponible para el rol 1512. En respuesta, el servicio 1531 de configuración puede enviar

un comando 1533 de detención al gráfico 1521. El comando 1533 de detención para la operación del rol 1512 así como pone en reposo el gráfico 1521. Poner en reposo el gráfico 1521 para todo el tráfico de red que fluye dentro y fuera del gráfico 1521. El comando 1533 de detención también instruye a los roles 1511 y 1513 para ignorar cualquier dato que salga del rol 1512.

- 5 Volviendo a la Figura 13B, cuando el gráfico 1521 es puesto en reposo, el servicio 1531 de configuración puede enviar un comando 1534 de reconfiguración al componente 1501 de aceleración para causar que el componente 1501 de aceleración reconfigure la funcionalidad del rol 1512. El rol 1512 puede ser reconfigurado para corregir un error o fallo, para actualizarse, etc. Reconfigurar el rol 1512 puede incluir recargar una nueva imagen (bien del rol 1512 o un rol 1512 actualizado) en el componente 1501 de aceleración.
- 10 Durante la reconfiguración del rol 1512 (por ejemplo, durante el procesamiento de un archivo de imagen), otros roles en el componente 1501 de aceleración pueden continuar operando como se pretende mientras el rol 1512 es reconfigurado. Por ejemplo, el rol 1517 puede continuar interoperando e intercambiando tráfico de red con otros roles en el gráfico 1522 durante la reconfiguración del rol 1512. Así, una imagen para un rol puede ser cargada en el componente 1501 de aceleración sin sobrescribir imágenes para otros roles o sobrescribir una interfaz de red.
- 15 Cuando la reconfiguración del rol 1512 se completa, el rol 1512 puede enviar un mensaje 1536 de configuración completa al servicio 1531 de configuración. Volviendo a la Figura 15C, el servicio 1531 de configuración puede entonces reintegrar el rol 1512 (recargado o actualizado) en el gráfico 1521 y reactivar el gráfico 1521.

Volviendo a la Figura 16, la Figura 16 ilustra un ejemplo de reconfiguración parcial de un componente 1601 de aceleración. Como se representa, el componente 1601 de aceleración incluye los roles 1602, 1603, 1604, y 1606 y la interfaz 1607 de red. Los roles 1602 y 1606 están siendo reconfigurados. Los roles 1603 y 1604 pueden intercambiar tráfico 1611 y 1612 de red respectivamente con otros componentes a través de la interfaz 1607 de red mientras los roles 1602 y 1606 están siendo reconfigurados.

En general, los aspectos descritos son ventajas para reconfigurar partes de un componente de aceleración sin impactar otras partes del componente de aceleración. La reconfiguración parcial de un componente de aceleración puede también ser realizada más rápidamente que la reconfiguración total de un componente de aceleración.

En algunos aspectos, un sistema incluye un plano de aceleración de hardware, un plano de software, y una infraestructura de red. El plano de aceleración de hardware incluye una estructura configurable de una pluralidad de componentes de aceleración (por ejemplo, aceleradores de hardware, tal como, FPGA). El plano de software incluye una pluralidad de componentes de equipo (por ejemplo, CPU) ejecutando software. La infraestructura de red es compartida por los componentes de aceleración en el plano de aceleración de hardware y los componentes de equipo en el plano de software. La infraestructura de red es usada por los componentes de aceleración para comunicarse directamente entre ellos. Enlaces locales conectan los componentes de aceleración y los componentes de equipo (por ejemplo, en el mismo servidor).

El sistema también incluye uno o más dispositivos de almacenamiento informático que tienen almacenados en ellos instrucciones ejecutables por un ordenador que representan un servicio de configuración, el servicio de configuración está configurado para reconfigurar componentes de aceleración. La reconfiguración de componentes de aceleración incluye detectar una razón para reconfigurar un componente de aceleración (por ejemplo, detectar un error o detectar una actualización disponible). El componente de aceleración está incluido y proporciona funcionalidad a un grupo de componentes de aceleración interoperantes (incluidos en el plano de aceleración de hardware) que proporciona aceleración de un servicio. El componente de aceleración tiene otra funcionalidad además de la funcionalidad proporcionada

Reconfigurar componentes de aceleración incluye detener la funcionalidad proporcionada en el componente de aceleración. Reconfigurar componentes de aceleración incluye reconfigurar de manera parcial los componentes de aceleración mediante la escritura de una imagen para la funcionalidad proporcionada al componente de aceleración (por ejemplo, para dirigir un error o instalar una actualización).

Reconfigurar componentes de aceleración incluye mantener otra funcionalidad como operativa durante la reconfiguración parcial del componente de aceleración. Mantener otra funcionalidad como operativa puede incluir mantener otros roles, mantener la funcionalidad en un intérprete de comandos blando, o mantener la funcionalidad en un intérprete de comandos. La funcionalidad mantenida puede incluir funcionalidad que es proporcionada a uno o más otros grupos de componentes de aceleración compuestos juntos en gráficos para acelerar otros servicios. Por ejemplo, mantener la funcionalidad puede incluir enrutar tráfico de red entre el componente de aceleración y al menos otro componente durante la reconfiguración parcial del componente de aceleración. Reconfigurar componentes de aceleración incluye activar la funcionalidad proporcionada en el componente de aceleración después de que la reconfiguración parcial del componente de aceleración se complete.

En otro aspecto, un método para reconfigurar parcialmente un componente de aceleración se realiza. Una razón para cambiar la funcionalidad proporcionada por un componente de aceleración es detectada (por ejemplo, detectar un error o detectar una actualización disponible). La funcionalidad proporcionada en el componente de aceleración es detenida. El componente de aceleración es parcialmente reconfigurado mediante la escritura de una imagen para



la funcionalidad proporcionada al componente de aceleración (por ejemplo, para dirigir un error o instalar una actualización).

5 Otra funcionalidad es mantenida como operativa durante la reconfiguración parcial del componente de aceleración. Mantener otra funcionalidad puede incluir mantener otros roles, mantener la funcionalidad en un intérprete de comandos blando, o mantener la funcionalidad en un intérprete de comandos. La funcionalidad mantenida puede incluir funcionalidad que es proporcionada para uno o más otros grupos de componentes de aceleración compuestos juntos en gráficos para acelerar otros servicios, como tal. Mantener la funcionalidad puede incluir enrutar tráfico de red entre el componente de aceleración y al menos otro componente de aceleración durante la reconfiguración parcial del componente de aceleración. La funcionalidad proporcionada es activada en el componente de  
10 aceleración después de que la reconfiguración parcial del componente de aceleración se complete.

En otro aspecto, un producto de programa informático para usar en un sistema informático incluye uno o más dispositivos de almacenamiento informático que tienen almacenados en ellos instrucciones ejecutables por un ordenador que, en respuesta a la ejecución en un procesador, causan que el sistema informático implemente un método para reconfigurar parcialmente un componente de aceleración (por ejemplo, un acelerador de hardware, tal como, una FPGA).  
15

El producto de programa informático incluye instrucciones ejecutables por un ordenador que, en respuesta a la ejecución en un procesador, causan que el sistema informático detecte una razón para cambiar la funcionalidad proporcionada (por ejemplo, detectar un error o detectar una actualización disponible). El producto de programa informático incluye instrucciones ejecutables por un ordenador que, en respuesta a la ejecución en un procesador, causan que el sistema informático detenga la funcionalidad proporcionada en el componente de aceleración. El producto de programa informático incluye instrucciones ejecutables por un ordenador que, en respuesta a la ejecución en un procesador, causan que el sistema informático reconfigure parcialmente el componente de aceleración mediante la escritura de una imagen para la funcionalidad proporcionada al componente de aceleración (por ejemplo, para dirigir un error o instalar una actualización)  
20

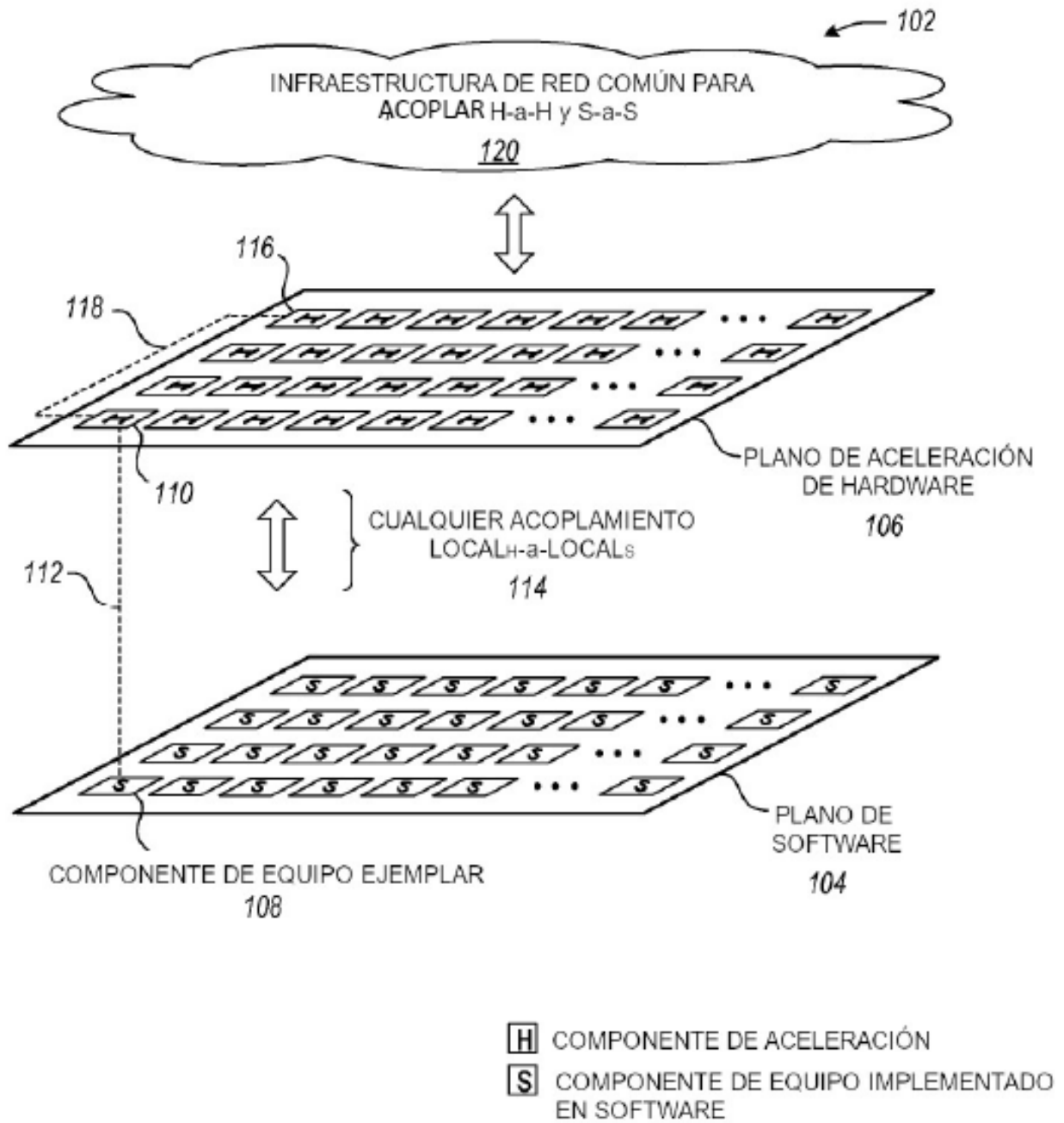
El producto de programa informático incluye instrucciones ejecutables por un ordenador que, en respuesta a la ejecución en el procesador, causan que el sistema informático mantenga otra funcionalidad como operativa durante la reconfiguración parcial del componente de aceleración. Mantener otra funcionalidad puede incluir mantener otros roles, mantener la funcionalidad en un intérprete de comandos blando, o mantener la funcionalidad en un intérprete de comandos. La funcionalidad mantenida puede incluir funcionalidad que es proporcionada a uno o más grupos de componentes de aceleración compuestos juntos en gráficos para acelerar otros servicios. Como tal, mantener la funcionalidad puede incluir el enrutamiento de tráfico de red entre el componente de aceleración y al menos otro componente durante la reconfiguración parcial del componente de aceleración. El producto de programa informático incluye instrucciones ejecutables por un ordenador que, en respuesta a la ejecución en un procesador, causan que el sistema informático active la funcionalidad proporcionada en el componente de aceleración después de que la reconfiguración parcial del componente de aceleración se complete.  
25  
30  
35

Los aspectos descritos pueden implementarse en otras formas específicas sin salirse de sus características esenciales. Los aspectos descritos han de considerarse en todos los respectos solo como ilustrativos y no restrictivos. El alcance es, por lo tanto, indicado por las reivindicaciones más que por la descripción anterior.

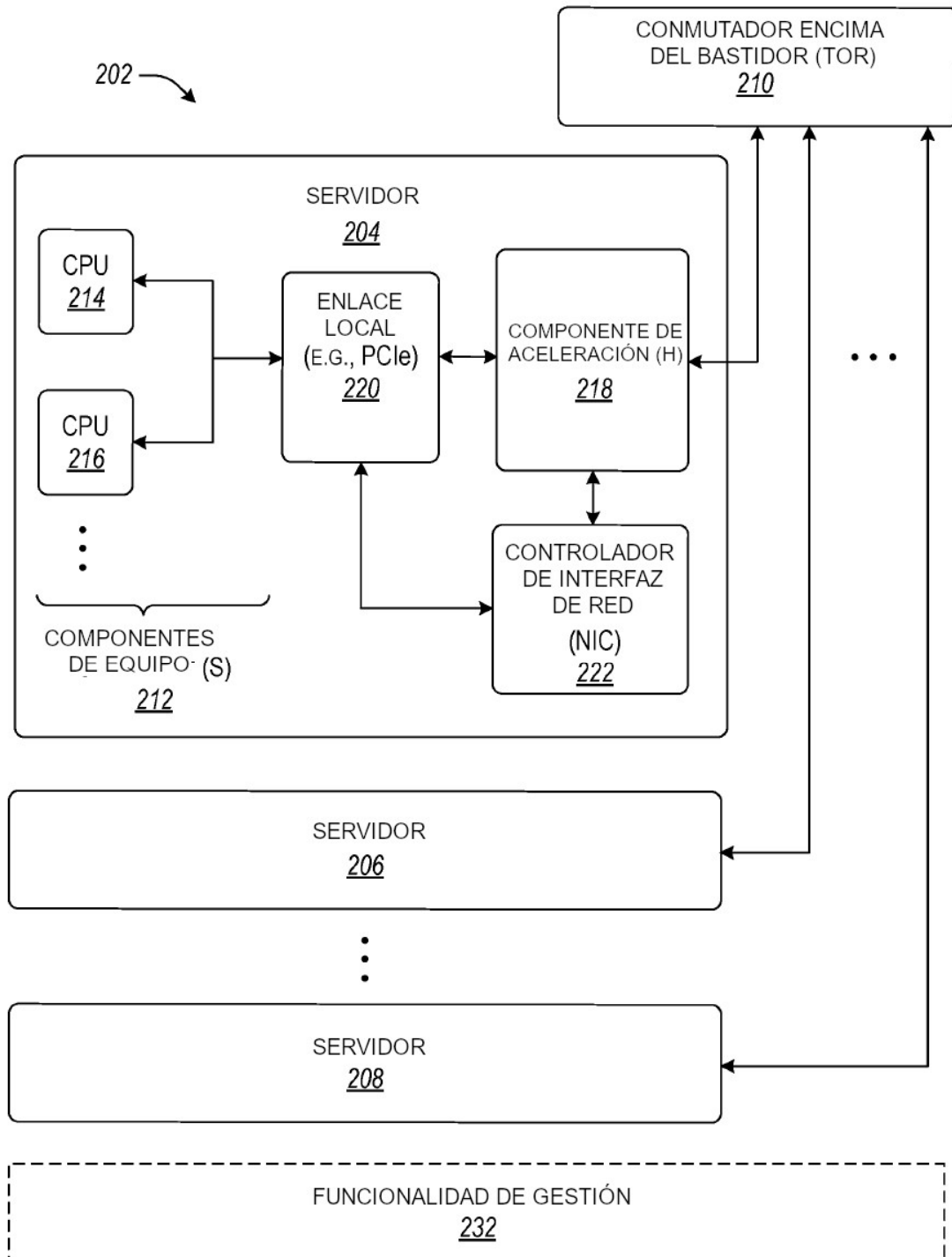
**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un método para reconfigurar parcialmente un componente de aceleración de hardware programado con un rol (1303, 1304) y una interfaz (1306) de red, el rol enlazado a uno o más de: un rol de flujo descendente en el componente (1301) de aceleración vecino del flujo descendente y un rol de flujo ascendente en el componente (1301) de aceleración vecino del flujo ascendente para componer un gráfico, el método que comprende:
- detectar una razón (1321) para cambiar el rol durante la monitorización del componente de aceleración para comportamientos incorrectos;
- detener (1322) el rol (1303, 1304) que incluye instrucciones al menos de: el rol del flujo descendente y el rol del flujo ascendente para parar la recepción de datos desde el rol;
- 10 reconfigurar parcialmente el componente (1301) de aceleración de hardware mediante la escritura de una imagen (1312) para el rol (1303, 1304) desde una ubicación de almacén de imágenes al componente (1301) de aceleración;
- mantener la interfaz (1306) de red como operativa durante la reconfiguración parcial del componente (1301) de aceleración para permitir que un segundo rol programado en el componente de aceleración intercambie comunicación de red con uno o más otros roles compuestos en otro gráfico en otros componentes de aceleración; y
- 15 activar (1326) el rol (1303, 1304) en uno de los componentes (1301) de aceleración del flujo ascendente o del flujo descendente después de que la reconfiguración parcial del componente (1301) de aceleración se complete que incluye notificar a al menos uno de: el rol del flujo descendente y el rol del flujo ascendente de que el rol está operativo.
- 20 2. El método de la reivindicación 1, donde detectar una razón para cambiar el rol comprende detectar un error (1532) en el rol; y
- donde reconfigurar parcialmente el componente de aceleración de hardware comprende escribir una imagen para el rol al acelerador de hardware para dirigir el error al componente de aceleración.
3. El método de la reivindicación 1, donde detectar una razón para cambiar el rol comprende detectar que hay una actualización (1537) disponible para el rol; y
- 25 donde reconfigurar parcialmente el componente de aceleración de hardware comprende escribir una imagen para la actualización al acelerador de hardware para actualizar el rol en al acelerador de hardware.
4. El método de la reivindicación 1, donde mantener la otra funcionalidad como operativa durante la reconfiguración parcial del componente de aceleración comprende mantener la funcionalidad de uno o más recursos (704, 711) adicionales en el componente de aceleración durante la reconfiguración parcial del componente de aceleración.
- 30 5. El método de la reivindicación 4, donde mantener la otra funcionalidad como operativa durante la reconfiguración parcial del acelerador de hardware comprende enrutar tráfico de red mediante:
- la recepción de algún tráfico de red desde otro componente a través de una interfaz de red del acelerador de hardware; y
- el envío de otro tráfico de red a otro componente a través de la interfaz de red.
- 35 6. El método de la reivindicación 1, donde el componente de aceleración de hardware es una Matriz de Puertas Programables de Campo (FPGA) incluida en una estructura configurable de Matrices de Puertas Programables de Campo (FPGA).
- 40 7. Un producto de programa informático para implementar un método para reconfigurar parcialmente un componente de aceleración de hardware programado con un rol (1303, 1304) y una interfaz (1306) de red, el rol enlazado a uno o más de: un rol de flujo descendente en el componente (1301) de aceleración vecino del flujo descendente y un rol de flujo ascendente en el componente (1301) de aceleración vecino del flujo ascendente para componer un gráfico, el producto de programa informático que comprende uno o más dispositivos de almacenamiento informático que tienen almacenados en ellos instrucciones ejecutables por un ordenador que, en respuesta a la ejecución en un procesador, causan que el método sea realizado, que comprende:
- 45 detectar una razón (1321) para cambiar el rol;
- detener (1322) el rol (1303) que incluye instrucciones al menos de: el rol del flujo descendente y el rol del flujo ascendente para parar la recepción de datos desde el rol;
- reconfigurar parcialmente el componente (1301) de aceleración de hardware mediante la escritura de una imagen (1312) para el rol (1303, 1304) al componente (1301) de aceleración;

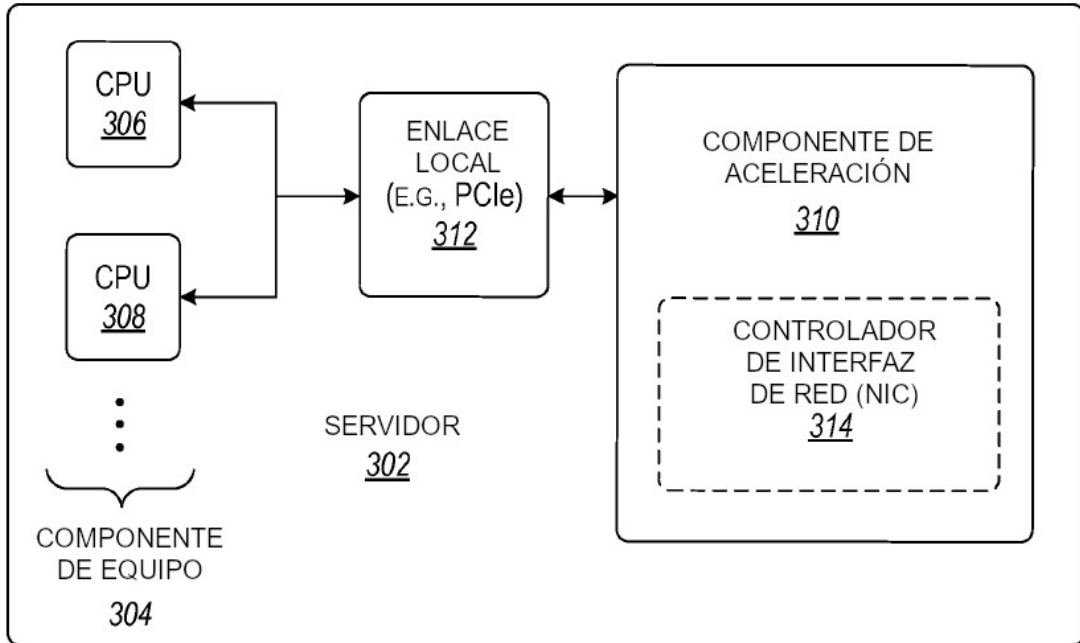
- mantener la interfaz (1306) de red como operativa durante la reconfiguración parcial del componente (1301) de aceleración para permitir que un segundo rol programado en el componente de aceleración intercambie comunicación de red con uno o más otros roles compuestos en otro gráfico en otros componentes de aceleración; y
- 5 activar (1326) el rol (1303, 1304) en el componente (1301) de aceleración después de que la reconfiguración parcial del componente (1301) de aceleración se complete que incluye notificar a al menos uno de: el rol del flujo descendente y el rol del flujo ascendente de que el rol está operativo.
8. El producto de programa informático de la reivindicación 7, donde instrucciones ejecutables por un ordenador que, en respuesta a la ejecución, detectan una razón para cambiar el rol comprende instrucciones ejecutables por un ordenador que, en respuesta a la ejecución, detectan un error en la funcionalidad; y
- 10 donde instrucciones ejecutables por un ordenador que, en respuesta a la ejecución, reconfiguran parcialmente el componente de aceleración comprende instrucciones ejecutables por un ordenador que, en respuesta a la ejecución, escriben una imagen para el rol al componente de aceleración para dirigir el error al componente de aceleración.
9. El producto de programa informático de la reivindicación 7, donde instrucciones ejecutables por un ordenador que, en respuesta a la ejecución, detectan una razón para cambiar el rol comprende instrucciones ejecutables por un ordenador que, en respuesta a la ejecución, detectan que hay una actualización disponible para el rol; y
- 15 donde instrucciones ejecutables por un ordenador que, en respuesta a la ejecución reconfiguran parcialmente el componente de aceleración comprende instrucciones ejecutables por un ordenador que, en respuesta a la ejecución escriben una imagen para la actualización al componente de aceleración el rol en el componente de aceleración.
10. Un sistema, el sistema que incluye:
- 20 un plano (106) de aceleración de hardware que incluye una pluralidad de componentes (1501, 1502, 1503, 1504, 1506) de aceleración configurables, uno o más dispositivos de almacenamiento informático que tienen almacenados en ellos instrucciones ejecutables por un ordenador que cuando son ejecutadas por un procesador reconfiguran parcialmente un componente de aceleración que incluye:
- 25 detectar una razón (1532, 1537) para reconfigurar el componente (1501) de aceleración de hardware incluido en la pluralidad de componentes de aceleración configurables, el componente de aceleración programado con el rol y una interfaz de red, el rol enlazado a uno o más de: un rol del flujo descendente de un componente de aceleración vecino del flujo descendente y un rol del flujo ascendente en un componente de aceleración vecino del flujo ascendente para componer un gráfico;
- 30 detener el rol (1512) en el componente (1501) de aceleración que incluye instruir al menos uno de: el rol del flujo descendente y el rol del flujo ascendente para parar la recepción de datos desde el rol proporcionado;
- reconfigurar parcialmente el componente (1501) de aceleración mediante la escritura de una imagen para el rol (1512) al componente de aceleración;
- 35 mantener la interfaz (1517) de red como operativa durante la reconfiguración parcial del componente (1501) de aceleración para permitir que un segundo rol programado en el componente de aceleración intercambie comunicación de red con uno o más otros roles compuestos en otro gráfico en otros componentes de aceleración; y
- activar el rol (1512) en el componente (1501) de aceleración después de que la reconfiguración parcial del componente (1501) de aceleración se complete.



**FIG. 1**

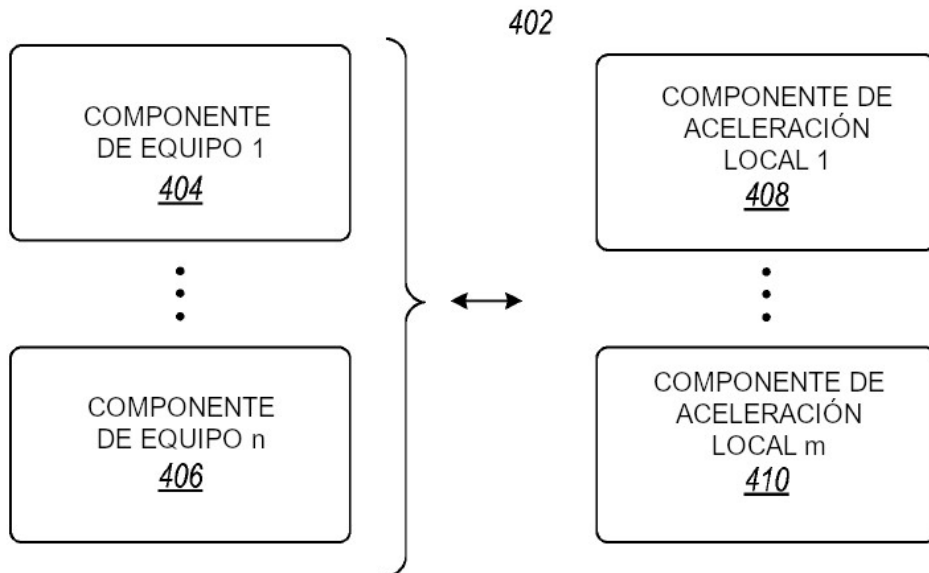


**FIG. 2**

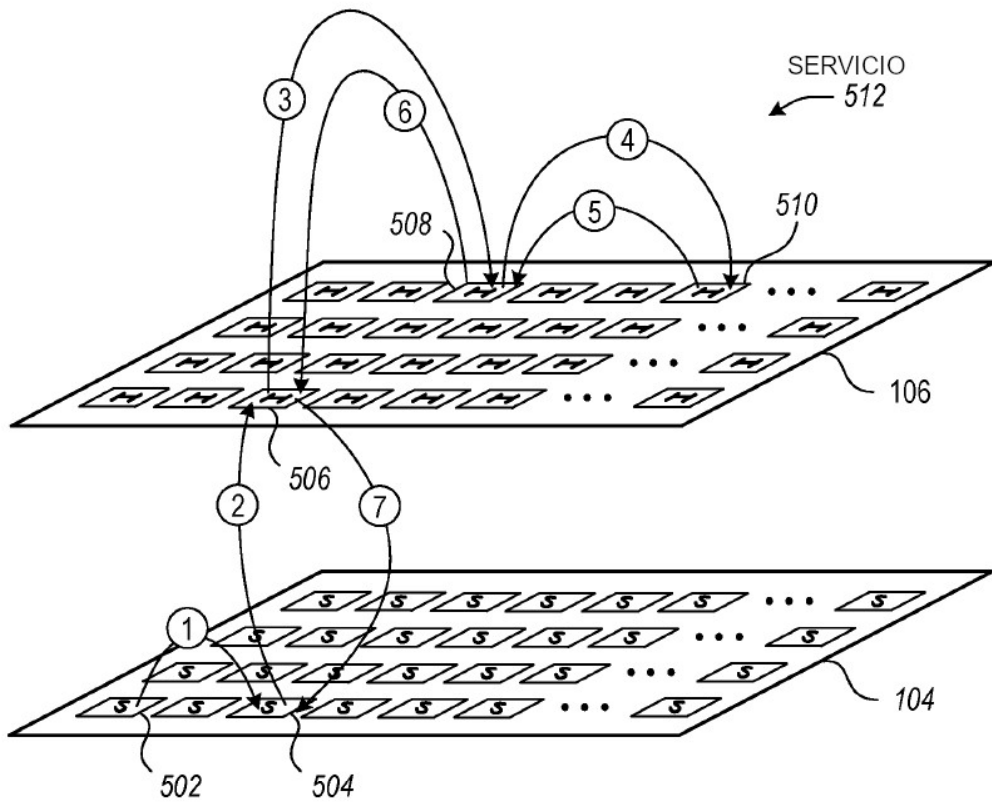


**FIG. 3**

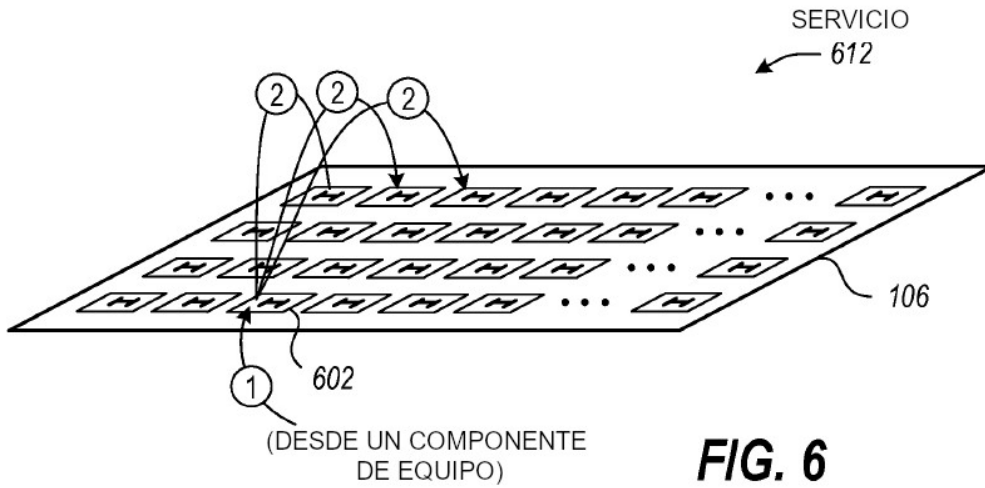
SERVIDOR CON CUALQUIER ASOCIACIÓN n-A-m DE COMPONENTES DE EQUIPO Y COMPONENTES DE ACELERACIÓN



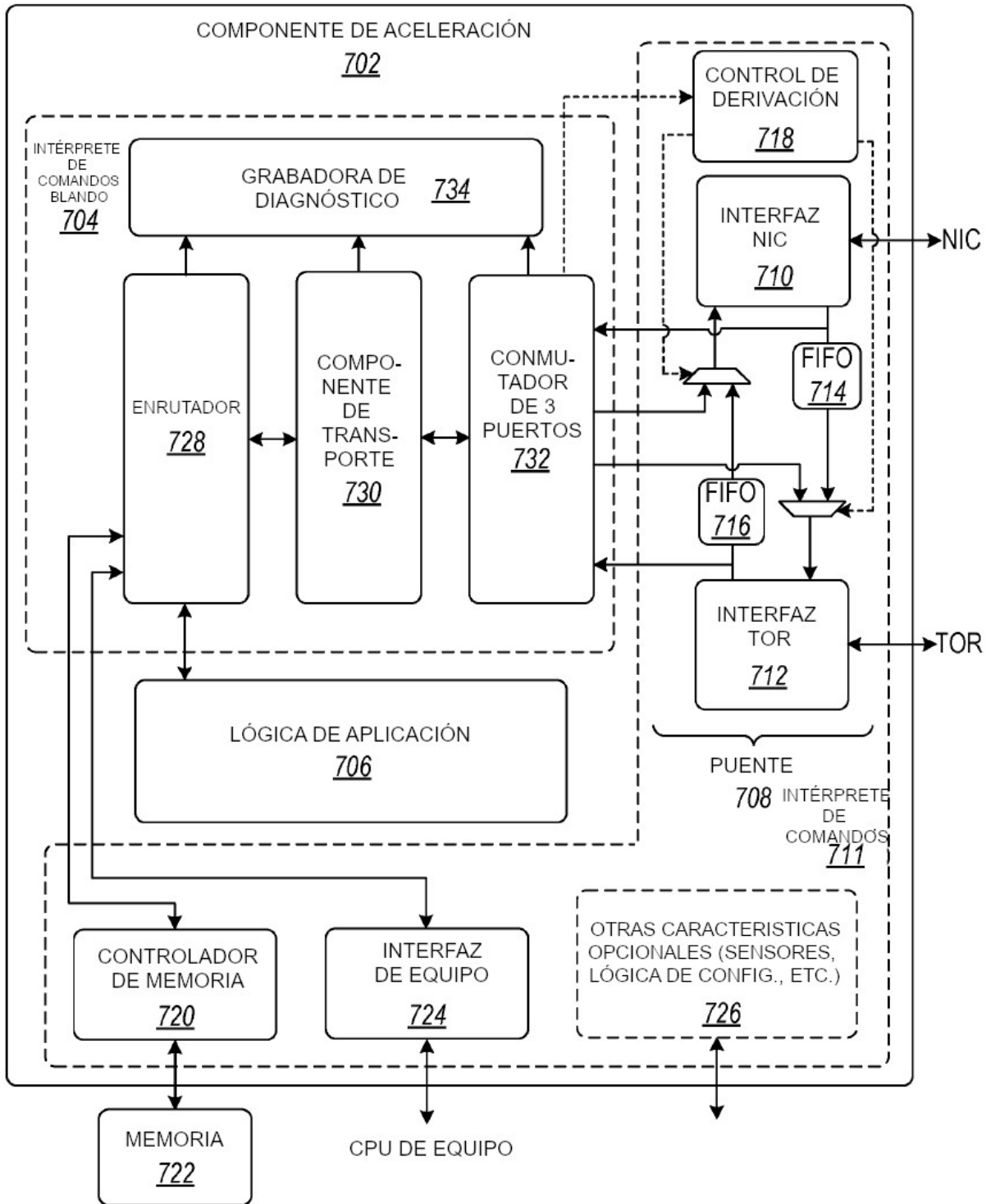
**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**



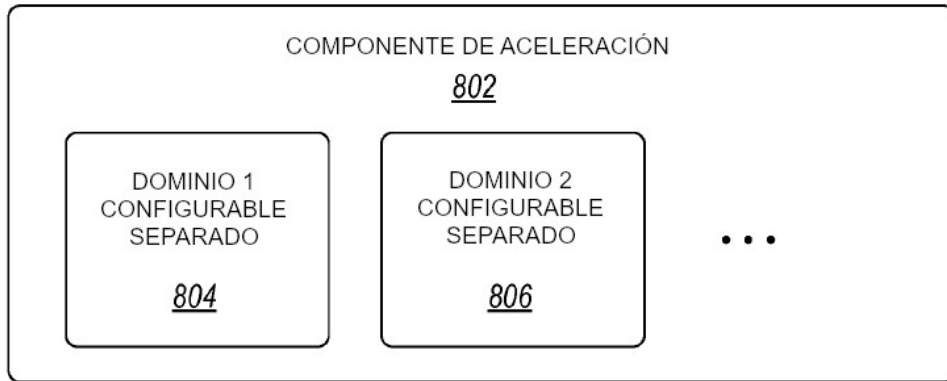


FIG. 8

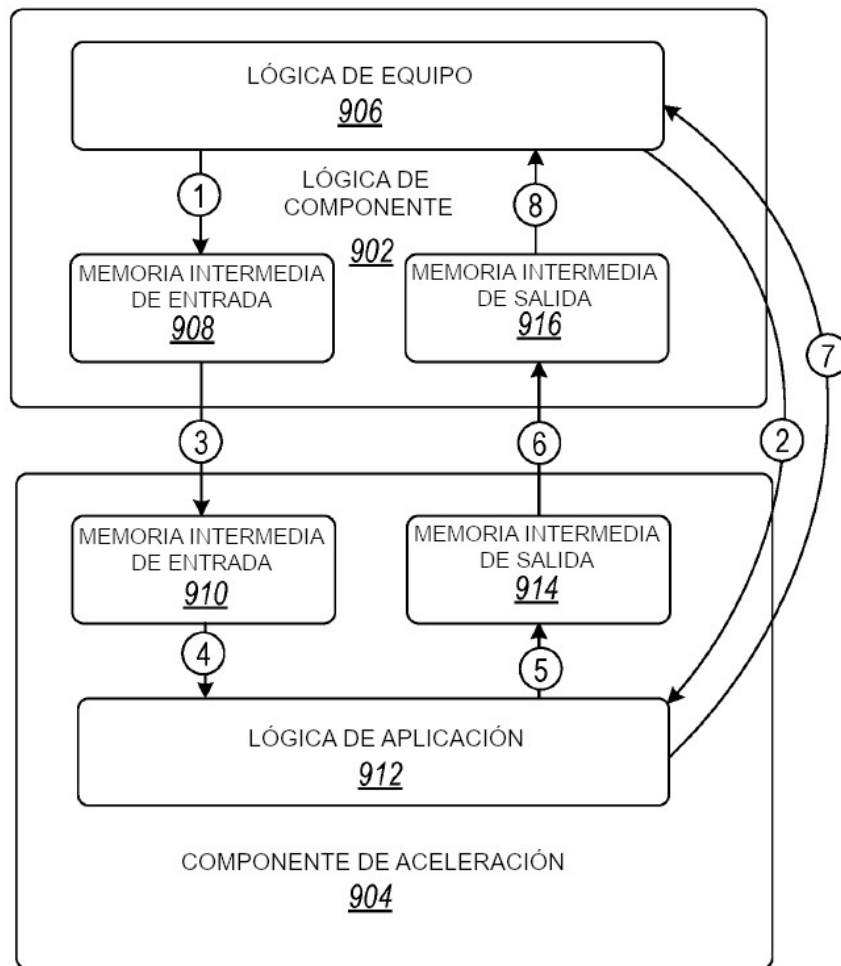
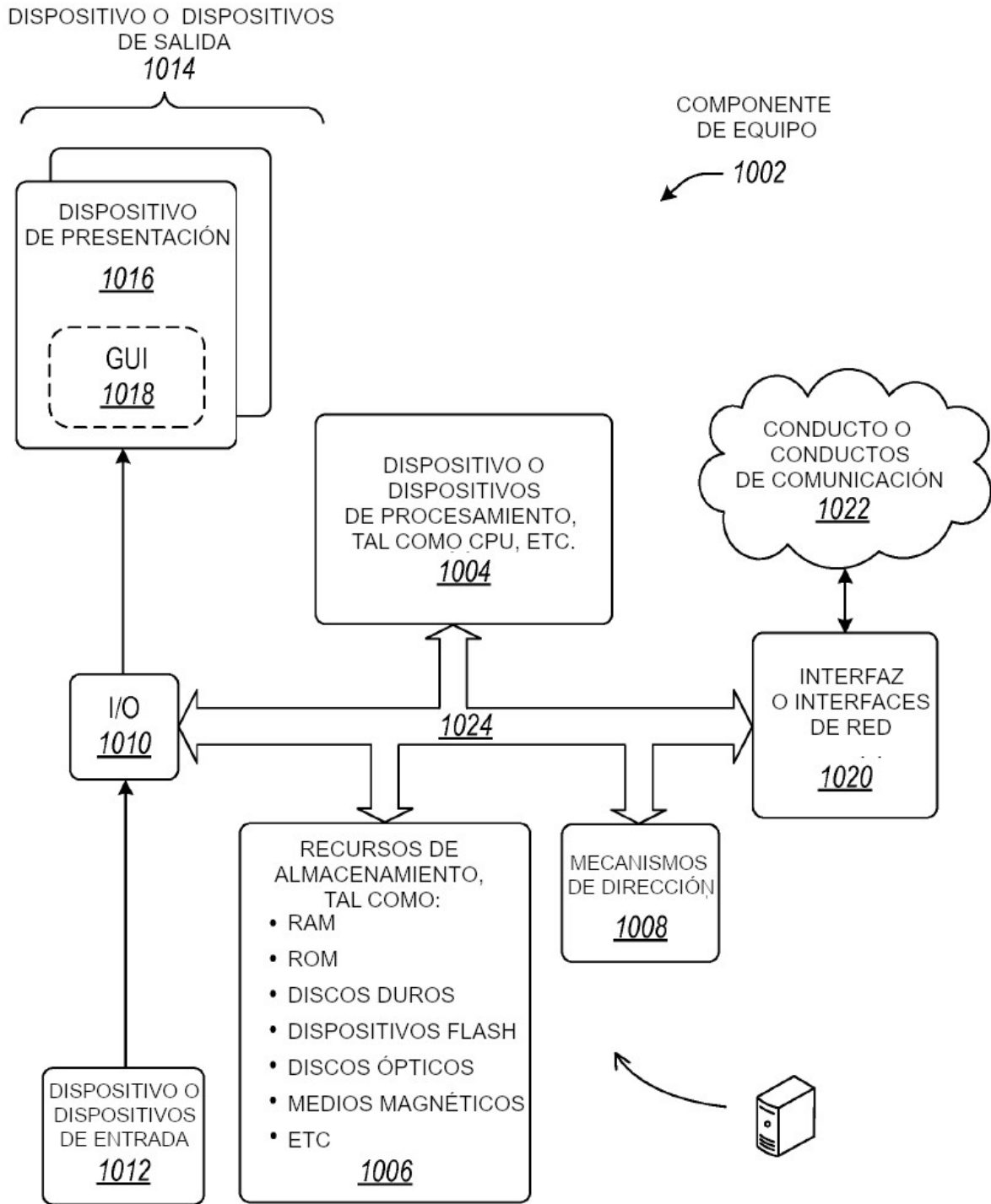
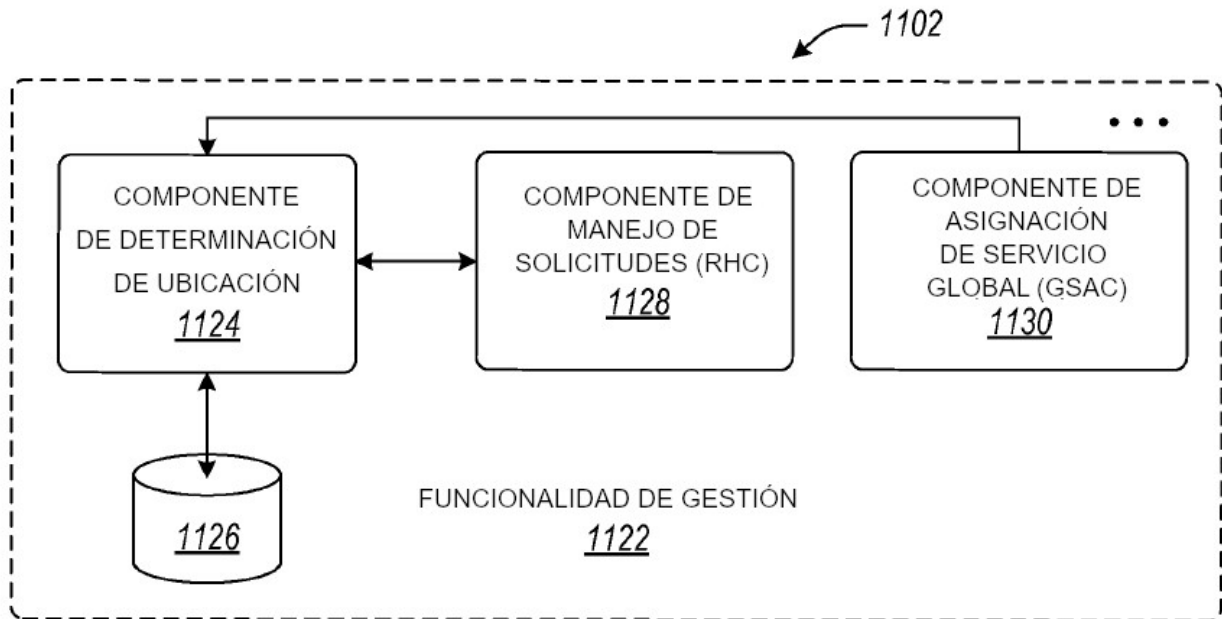


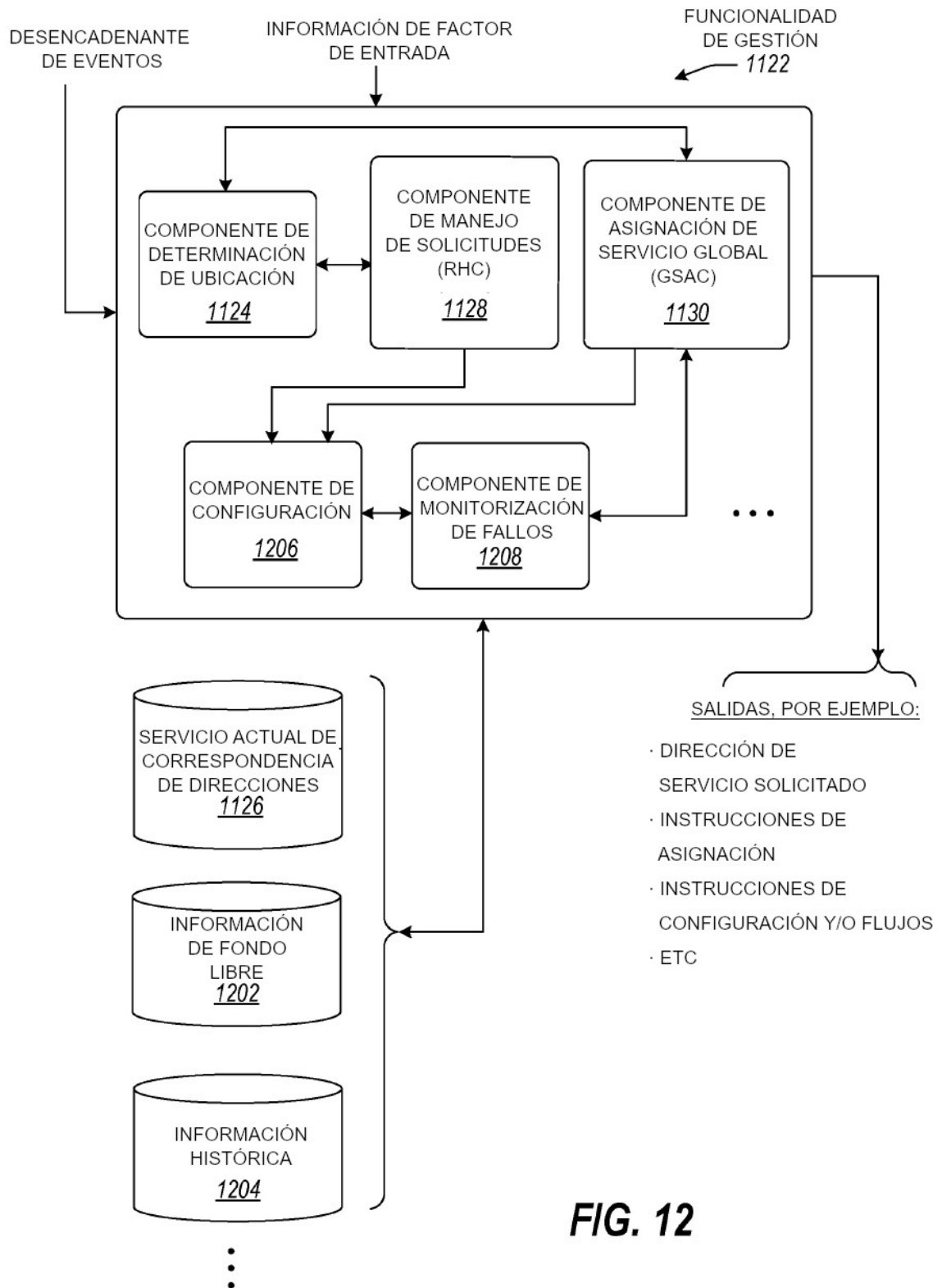
FIG. 9



**FIG. 10**



**FIG. 11**



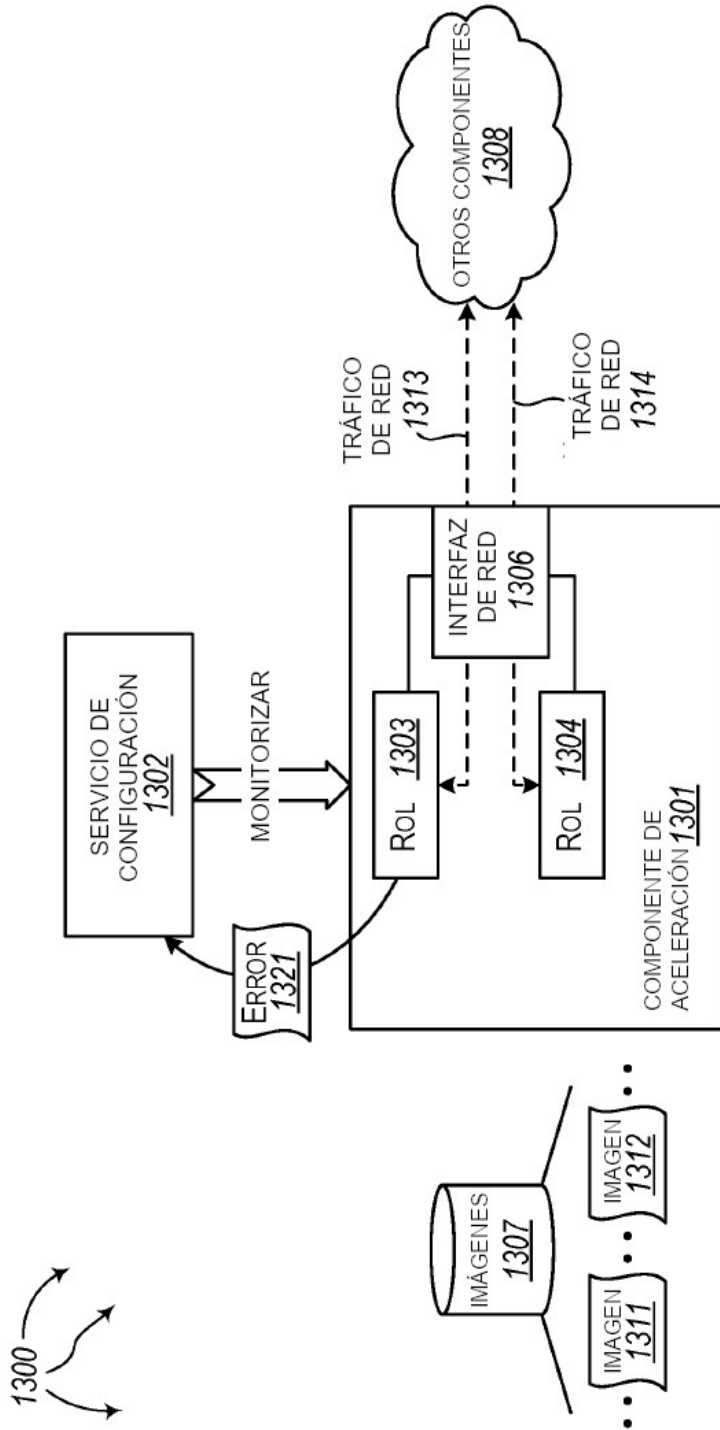


FIG. 13A

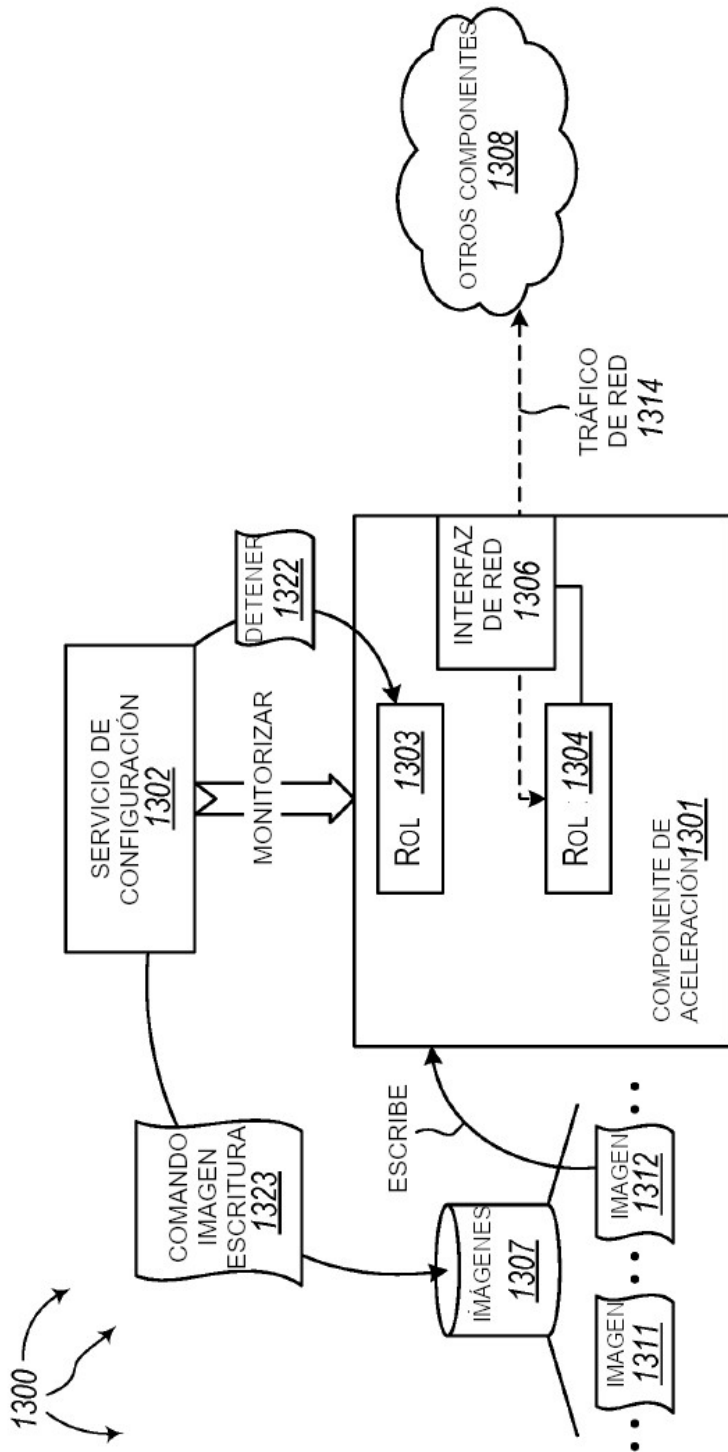


FIG. 13B

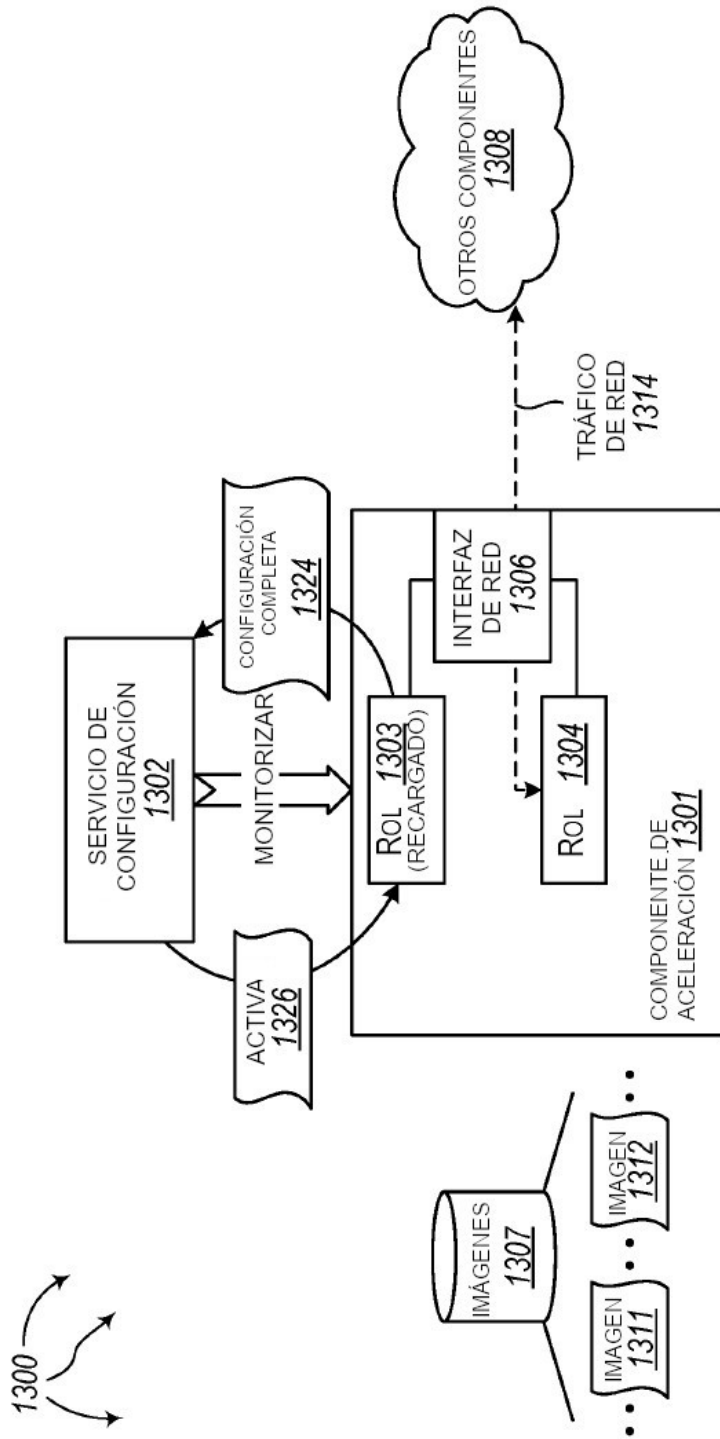


FIG. 13C

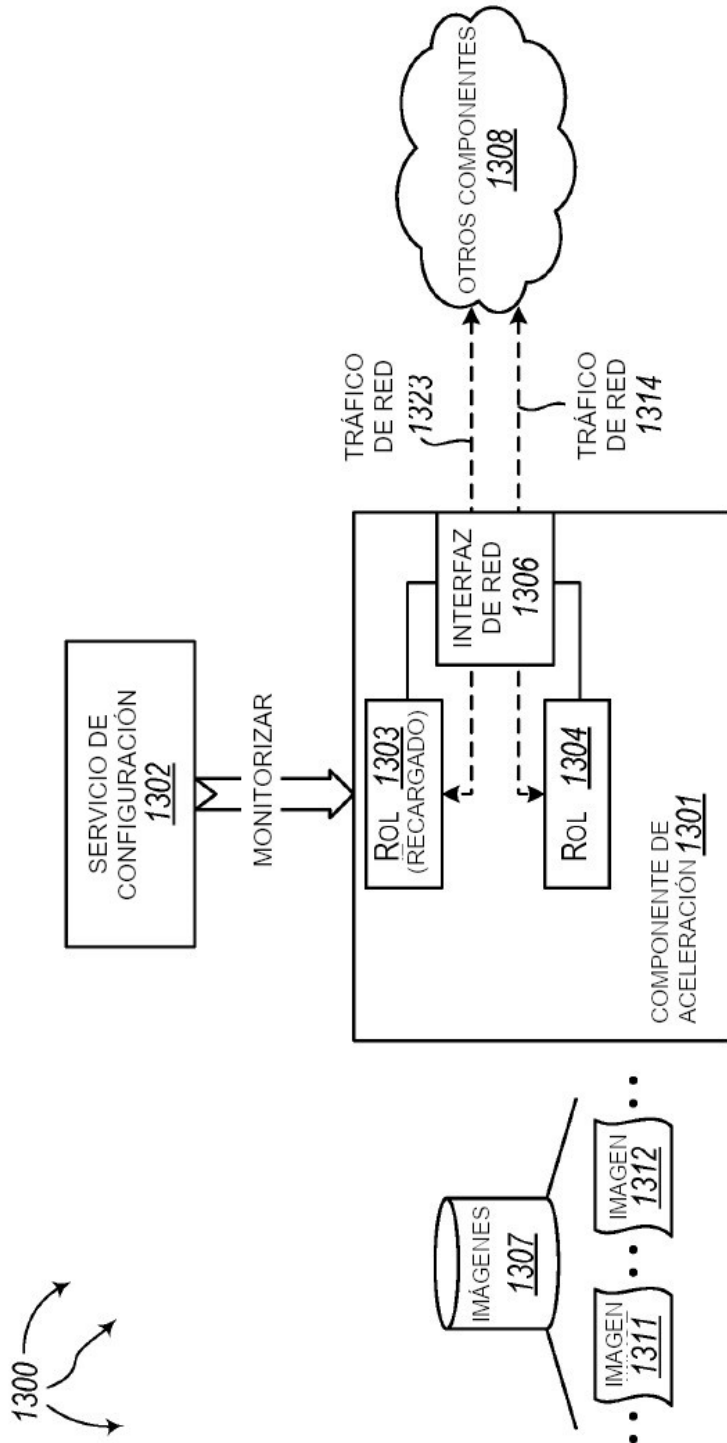
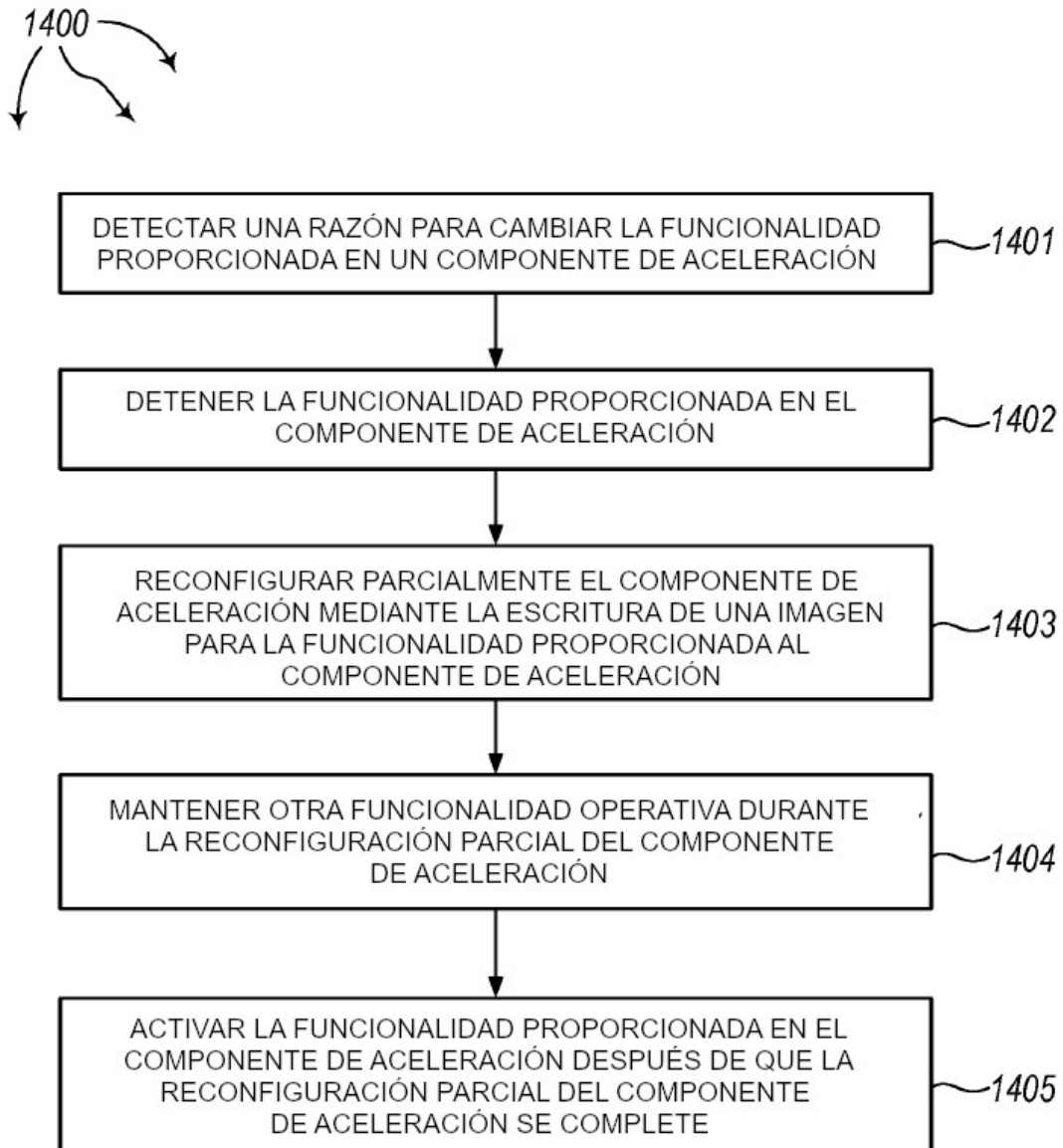


FIG. 13D





**FIG. 14**

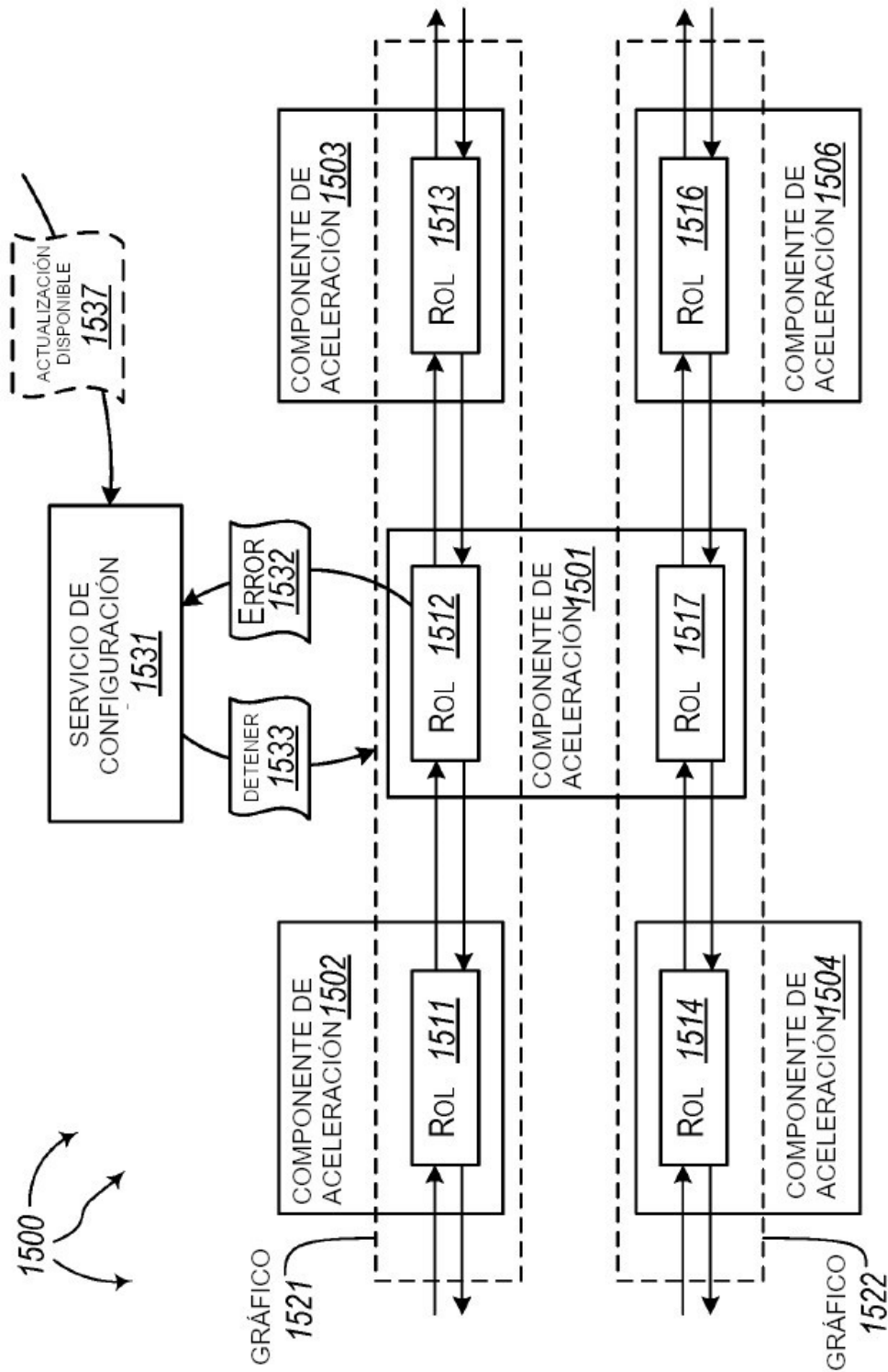


FIG. 15A

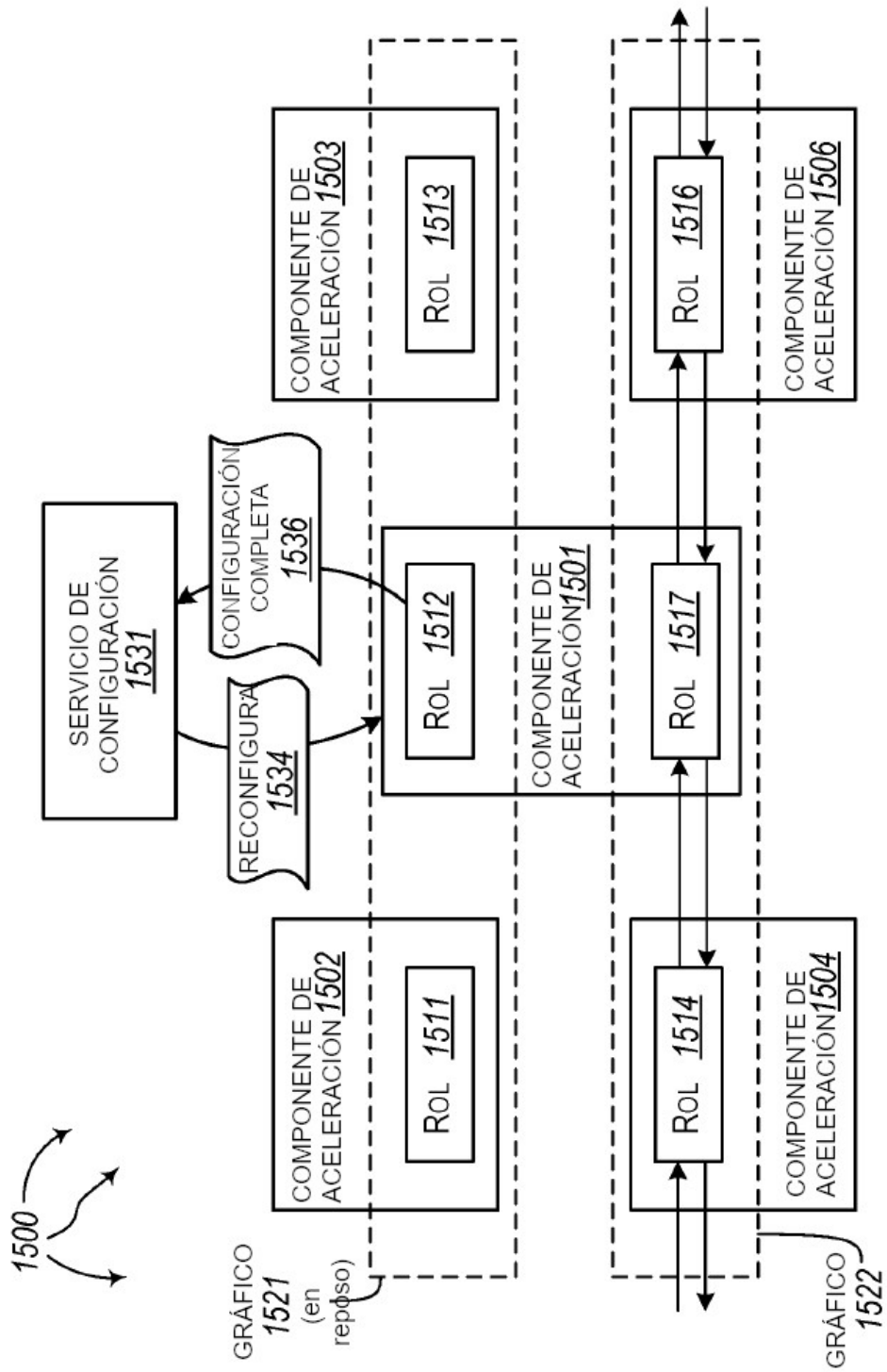


FIG. 15B

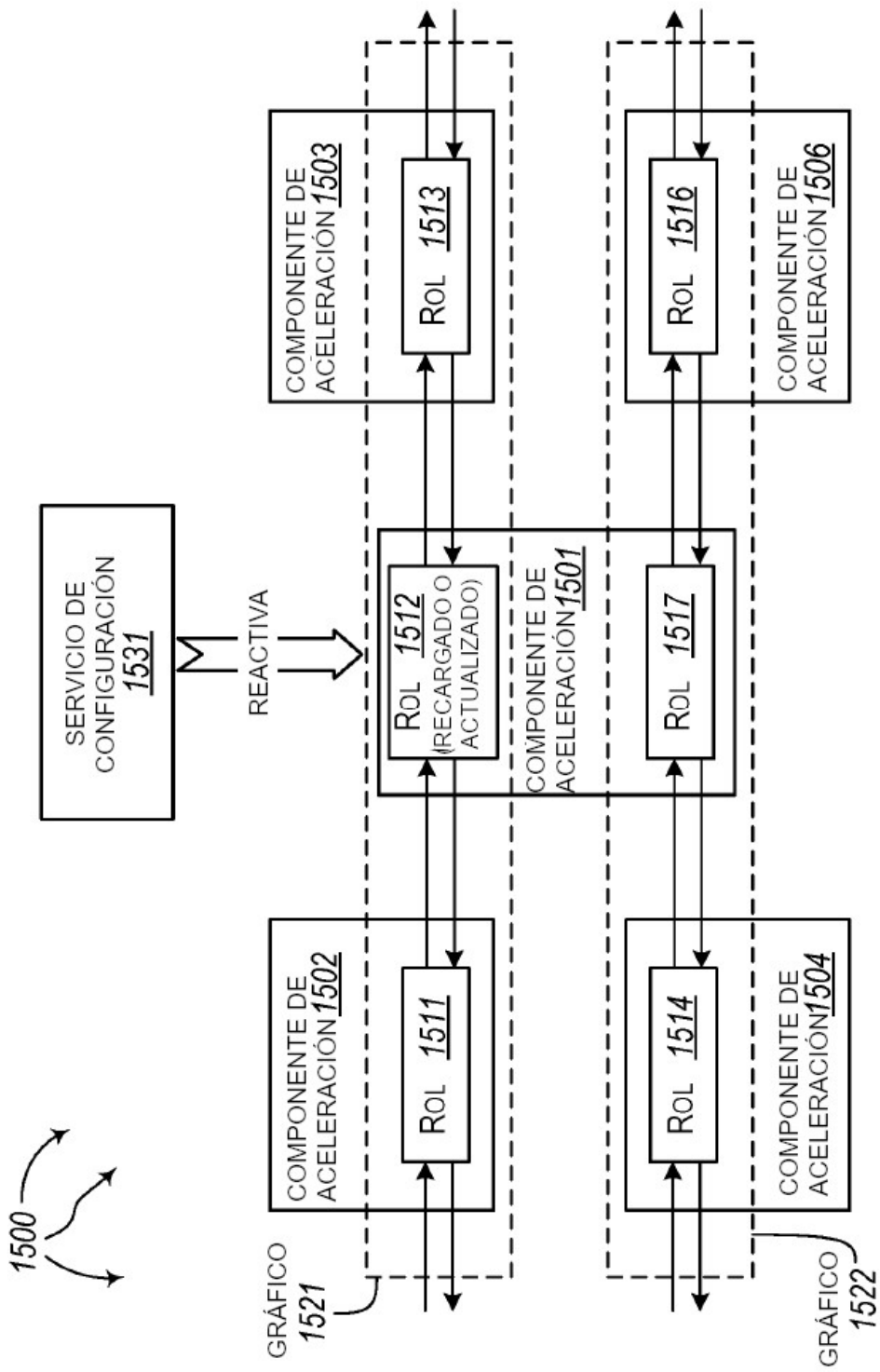
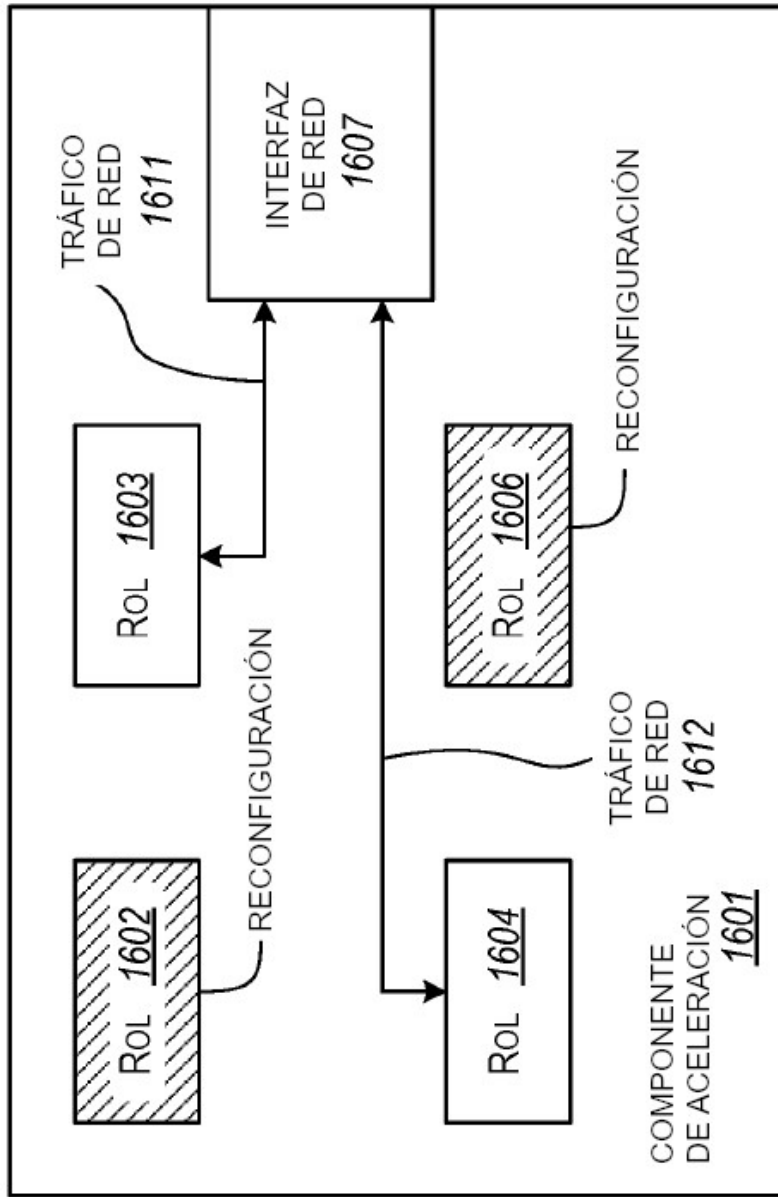


FIG. 15C



**FIG. 16**