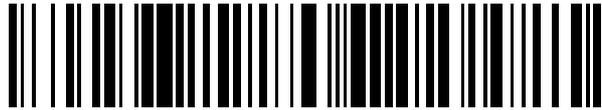


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 625**

51 Int. Cl.:

**G06F 9/455** (2006.01)

**G06F 13/10** (2006.01)

**G06F 13/42** (2006.01)

**G06F 12/1009** (2006.01)

**G06F 12/1027** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.09.2015 PCT/CN2015/089811**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.08.2016 WO16119468**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2015 E 15879666 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018 EP 3211530**

54 Título: **Procedimiento de gestión de memoria de máquina virtual, máquina principal física, dispositivo PCIe y procedimiento de configuración del mismo, y dispositivo de gestión de migración**

30 Prioridad:  
**27.01.2015 CN 201510041416**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.04.2019**

73 Titular/es:  
**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)  
Huawei Administration Building, Bantian,  
Longgang District  
Shenzhen, Guangdong 518129, CN**

72 Inventor/es:  
**LU, SHENGWEN**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 710 625 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**

Procedimiento de gestión de memoria de máquina virtual, máquina principal física, dispositivo PCIE y procedimiento de configuración del mismo, y dispositivo de gestión de migración

5 Campo técnico

La presente invención se refiere al campo de las máquinas virtuales y, en particular, a un procedimiento para gestionar una memoria de una máquina virtual, a un ordenador central físico, a un dispositivo PCIE y un procedimiento de configuración del mismo, y a un dispositivo de gestión de migración.

10

Antecedentes

En una arquitectura de aplicaciones típica de una máquina virtual, un gestor de máquina virtual (en inglés: Virtual Machine Manager, VMM por sus siglas) que proporciona una función de gestión de una máquina virtual está instalado en un ordenador central físico. El VMM gestiona una o más máquinas virtuales, y cada máquina virtual puede ejecutar un sistema operativo (en inglés: Operating System, OS por sus siglas) y diversas aplicaciones. En general, el hardware del ordenador central físico incluye principalmente: cierto hardware relacionado con la ejecución de una máquina virtual, por ejemplo, una unidad central de procesamiento (en inglés: Central Processing Unit, CPU por sus siglas), una memoria, un disco duro y cierto hardware con funciones relativamente independientes que no está configurado directamente para ejecutar una máquina virtual, sino que está configurado para ejecutar algunos servicios particulares, por ejemplo, un dispositivo de interconexión exprés de componentes periféricos (PCIE) (tal como un adaptador de red y una tarjeta de vídeo) del ordenador central físico.

15

20

La virtualización I/O de una sola raíz (en inglés: Single-Root I/O Virtualization, SR-IOV por sus siglas) es una tecnología de virtualización de entrada/salida (en inglés: Input/Output, I/O por sus siglas). Gracias a la tecnología pueden obtenerse múltiples adaptadores PCIE virtuales por medio de la virtualización en un adaptador PCIE físico. Esto se conoce como función virtual (en inglés: Virtual Function, VF por sus siglas). Usando un adaptador de red que admite la SR-IOV como ejemplo, pueden obtenerse múltiples adaptadores de red virtuales por medio de la virtualización en un adaptador de red físico, y una VF de cada máquina virtual se corresponde con un adaptador de red virtual.

25

30

Después de ser virtualizado, un servidor puede implementar fácilmente una migración en vivo de una máquina virtual. Una tecnología de migración en vivo para una máquina virtual se refiere a que una máquina virtual se transfiere desde un ordenador central físico a otro ordenador central físico por medio de una migración en vivo, y el procesamiento de los servicios apenas se ve afectado en el proceso de migración.

35

En un proceso de implementación de la presente invención, el inventor ha observado que la técnica anterior tiene al menos los siguientes problemas:

40

En la técnica anterior, durante la migración en vivo de una máquina virtual, los datos almacenados en una memoria tienen que ser migrados a un ordenador central físico de destino, y los estados de registros guardados en un adaptador PCIE también tienen que ser migrados al ordenador central físico de destino. Estos registros están generalmente configurados para registrar información de funcionamiento de los servicios procesados por el adaptador PCIE. La información de funcionamiento se utiliza para la recopilación de estadísticas de servicios, el control de servicios y el registro de estados de servicio. Sin embargo, los registros que guardan la información de funcionamiento de los servicios están muy descentralizados. Si se realiza una migración en vivo, los estados de estos registros deben ser guardados y restaurados de forma individual, lo que es muy engorroso.

45

El documento US 2012/0042034 A1 describe que antes de la migración de una máquina virtual (VM), la VM accede directamente a una unidad de almacenamiento usando una función virtual (VF), en concreto la VF de acceso de IO directa desde la VM a la unidad de almacenamiento, por tanto sustancialmente sin la intervención de un intermediario de virtualización. Durante la migración de la VM, la información de estado se transfiere desde la VF al intermediario de virtualización, la VM accede a la unidad de almacenamiento usando una función física (PF) en lugar de la VF, y el intermediario de virtualización interviene en el acceso IO desde la MV a la unidad de almacenamiento.

50

55

El documento US 2012/0137292 A1 describe que un ordenador de origen de migración lleva a cabo un procesamiento para enviar información de dirección física de ordenador central de una región MMIO correspondiente a un dispositivo utilizado por una máquina virtual a través de I/O dirigida a un ordenador de destino de migración. El ordenador de destino de migración lleva a cabo un procesamiento para asignar una región MMIO correspondiente a la información de dirección física de ordenador central enviada por el ordenador de origen de migración, al dispositivo conectado a los ordenadores mediante el dispositivo de conmutación.

60

El documento WO 2014/032233 A1 describe que el nodo de gestión se utiliza para convertir una relación de conexión entre un módulo VF utilizado por la MV antes de la migración en vivo y un servidor de origen en una relación de conexión entre el módulo VF y un servidor de destino por medio del conmutador PCIE.

65

Resumen

5 Para resolver el problema de la técnica anterior, la presente invención proporciona un procedimiento para gestionar una memoria de una máquina virtual, un ordenador central físico, un dispositivo PCIE y un procedimiento de configuración del mismo, y un dispositivo de gestión de migración. Las soluciones técnicas son las siguientes:

10 Según las reivindicaciones independientes se proporciona un procedimiento para gestionar una memoria de una máquina virtual, un ordenador central físico, un dispositivo PCIE y un procedimiento de configuración del mismo, y un dispositivo de gestión de la migración. Las reivindicaciones dependientes proporcionan formas de realización preferidas.

15 De acuerdo con un primer aspecto, una forma de realización de la presente invención proporciona un procedimiento para gestionar una memoria de una máquina virtual, donde la máquina virtual se ejecuta en un ordenador central físico, el ordenador central físico está conectado a un dispositivo de interconexión exprés de componentes periféricos, PCIE, el dispositivo PCIE es un dispositivo de hardware que admite la norma de virtualización I/O de una sola raíz, SR-IOV, y el dispositivo PCIE tiene al menos una función física, PF, y al menos una función virtual, VF, donde un número de función único se configura para cada PF y cada VF por separado; y el procedimiento incluye:

20 asignar, mediante la máquina virtual, una memoria a al menos un servicio ubicado en el dispositivo PCIE, donde la memoria asignada a cada servicio incluye múltiples bloques de memoria, cada uno de los múltiples bloques de memoria se utiliza para guardar información de funcionamiento de un servicio correspondiente, y cada bloque de memoria es una sección de espacio de memoria en la que las direcciones físicas de invitado son consecutivas;

25 generar, mediante la máquina virtual, una tabla de direcciones base, BAT, y una tabla de direcciones lógicas de chip, CLAT, de acuerdo con la memoria asignada a cada servicio, donde la BAT incluye una dirección base de entrada de CLAT correspondiente a cada servicio, y la CLAT incluye una primera dirección de cada bloque de memoria; y

30 enviar al dispositivo PCIE, mediante la máquina virtual, una dirección de la BAT y un número de función correspondiente a la máquina virtual.

En una primera manera de implementación posible del primer aspecto, el al menos un servicio incluye un servicio a procesar, y el procedimiento incluye además:

35 recibir un mensaje de solicitud que se utiliza para obtener información de funcionamiento del servicio a procesar y que es enviado por el dispositivo PCIE, donde el mensaje de solicitud incluye la dirección de la BAT, un tipo de servicio del servicio a procesar y un número de servicio del servicio a procesar; y

enviar, al dispositivo PCIE de acuerdo con el mensaje de solicitud, información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente al servicio a procesar.

40 De acuerdo con la primera manera de implementación posible del primer aspecto, el enviar, al dispositivo PCIE de acuerdo con el mensaje de solicitud, información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente al servicio a procesar incluye:

45 obtener la BAT correspondiente a la dirección de la BAT;

determinar, de acuerdo con el tipo de servicio del servicio a procesar y la BAT, una dirección base de entrada de CLAT correspondiente al tipo de servicio;

determinar un desplazamiento de entrada de acuerdo con el número de servicio del servicio a procesar;

50 obtener, de acuerdo con la dirección base de entrada de CLAT y el desplazamiento de entrada, una entrada de CLAT correspondiente al servicio a procesar; y

enviar, al dispositivo PCIE, información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente a la entrada de CLAT que se corresponde con el servicio a procesar.

De acuerdo con la segunda manera de implementación posible del primer aspecto, en una tercera manera de implementación posible del primer aspecto, la CLAT es una CLAT de un solo nivel o una CLAT de múltiples niveles; la CLAT de múltiples niveles incluye N niveles de CLAT, donde  $N \geq 2$ , y N es un número entero; cada nivel de CLAT incluye múltiples entradas; cada entrada en el nivel n-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una dirección del nivel (n+1)-ésimo de CLAT, donde  $2 \leq n < n+1 < N$ , y n es un número entero; y cada entrada en el nivel N-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una primera dirección de uno de los bloques de memoria. De acuerdo con la tercera manera de implementación posible del primer aspecto, en una cuarta manera de implementación posible del primer aspecto, los

60 tamaños de los múltiples bloques de memoria asignados al servicio a procesar son los mismos; y el determinar un desplazamiento de entrada de acuerdo con el número de servicio del servicio a procesar incluye:

65 cuando la CLAT es una CLAT de un solo nivel, multiplicar el número de servicio del servicio a procesar por un tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, y dividir el resultado de la multiplicación por el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar, para obtener un cociente y un resto para la CLAT de un solo nivel, donde cuando el resto para la CLAT de un solo

nivel es mayor que 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel, o cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es igual a 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel menos 1; o

5 cuando la CLAT es una CLAT de múltiples niveles, donde el desplazamiento de entrada incluye un desplazamiento de entrada de cada nivel de CLAT, calcular un desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT de la siguiente manera:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\text{Número de servicio } \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } x = 1 \\ \frac{\text{Resto para el nivel } (x-1)\text{-ésimo de CLAT } \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } N \geq x \geq 2 \end{array} \right.$$

10 donde cuando un resto para el nivel x-ésimo de CLAT es mayor que 0, el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel x-ésimo de CLAT; o cuando un resto para el nivel x-ésimo de CLAT es igual a 0, el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel x-ésimo de CLAT menos 1, donde A es el tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, B es el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar, y C es la cantidad de entradas en el nivel N-ésimo de CLAT.

De acuerdo con un segundo aspecto, una forma de realización de la presente invención proporciona además un procedimiento para configurar un dispositivo de interconexión expés de componentes periféricos, PCIE, donde el dispositivo PCIE está conectado a un ordenador central físico, al menos una máquina virtual se ejecuta en el ordenador central físico, el dispositivo PCIE es un dispositivo de hardware que admite la norma de virtualización I/O de una sola raíz, SR-IOV, y el dispositivo PCIE tiene al menos una función física, PF, y al menos una función virtual, VF, donde un número de función único se configura para cada PF y cada VF por separado; cada máquina virtual incluye una tabla de direcciones base, BAT, donde la BAT es generada por una máquina virtual, a la que pertenece la BAT, según una memoria asignada a al menos un servicio ubicado en el dispositivo PCIE; la memoria asignada a cada servicio incluye múltiples bloques de memoria, cada uno de los múltiples bloques de memoria se utiliza para guardar información de funcionamiento de un servicio correspondiente, cada bloque de memoria es una sección de espacio de memoria en la que las direcciones físicas de invitado son consecutivas; la BAT incluye una dirección base de entrada de tabla de direcciones lógicas de chip, CLAT, correspondiente a cada servicio, y la CLAT incluye una primera dirección de cada bloque de memoria; y el procedimiento incluye:

35 recibir, mediante el dispositivo PCIE, una dirección de la tabla de direcciones base, BAT, en cada máquina virtual y un número de función correspondiente a cada máquina virtual; y guardar una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función en una tabla de configuración de máquina virtual, VCT.

En una primera manera de implementación posible del segundo aspecto, el al menos un servicio incluye un servicio a procesar, y el procedimiento incluye además:

40 determinar, de acuerdo con información de servicio del servicio a procesar y la VCT, una dirección de una BAT correspondiente al servicio a procesar; y obtener, a partir de una memoria correspondiente al servicio a procesar, información de funcionamiento del servicio a procesar de acuerdo con la dirección de la BAT correspondiente al servicio a procesar, un tipo de servicio del servicio a procesar y un número de servicio del servicio a procesar.

De acuerdo con la primera manera de implementación posible del segundo aspecto, en una segunda manera de implementación posible del segundo aspecto, el determinar, según información de servicio del servicio a procesar y la VCT, una dirección de una BAT correspondiente al servicio a procesar incluye:

50 recibir la información de servicio, enviada por un lado de ordenador central o un lado de red, del servicio a procesar; determinar un número de función correspondiente al servicio a procesar, de acuerdo con una característica de la información de servicio, enviada por el lado de ordenador central, del servicio a procesar o de acuerdo con una interfaz PCIE utilizada cuando se recibe la información de servicio, transmitida por el lado de ordenador central, del servicio a procesar, donde la característica se usa para indicar el número de función correspondiente al servicio a procesar; y determinar, de acuerdo con la VCT y el número de función determinado correspondiente al servicio a procesar, la dirección de la BAT correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar.

De acuerdo con la segunda manera de implementación posible del segundo aspecto, en una tercera manera de implementación posible del segundo aspecto, el obtener, a partir de una memoria correspondiente al servicio a procesar, información de funcionamiento del servicio a procesar de acuerdo con la dirección de la BAT correspondiente al servicio a procesar, un tipo de servicio del servicio a procesar y un número de servicio del servicio a procesar incluye:

enviar un mensaje de solicitud a una máquina virtual correspondiente al número de función determinado que se corresponde con el servicio a procesar, donde el mensaje de solicitud incluye la dirección de la BAT correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar, el tipo de servicio del servicio a procesar y el número de servicio del servicio a procesar; y recibir información de funcionamiento, del servicio a procesar, enviada por la máquina virtual correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar, donde la información de funcionamiento del servicio a procesar se obtiene a partir de un bloque de memoria correspondiente al mensaje de solicitud mediante la máquina virtual correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar.

De acuerdo con la primera o la segunda manera de implementación posible del segundo aspecto, en una cuarta manera de implementación posible del segundo aspecto, el obtener, a partir de una memoria correspondiente al servicio a procesar, información de funcionamiento del servicio a procesar de acuerdo con la dirección de la BAT correspondiente al servicio a procesar, un tipo de servicio del servicio a procesar y un número de servicio del servicio a procesar incluye:

leer, de acuerdo con la dirección de la BAT correspondiente al servicio a procesar, la BAT correspondiente al servicio a procesar; determinar, de acuerdo con el tipo de servicio del servicio a procesar, una dirección base de entrada de CLAT correspondiente al tipo de servicio del servicio a procesar de la BAT correspondiente al servicio a procesar; determinar un desplazamiento de entrada de acuerdo con el número de servicio del servicio a procesar; leer una entrada de CLAT correspondiente al desplazamiento de entrada y la dirección base de entrada de CLAT que se corresponde con el tipo de servicio del servicio a procesar; y leer información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente a la entrada de CLAT.

De acuerdo con la cuarta manera de implementación posible del segundo aspecto, en una quinta manera de implementación posible del segundo aspecto, la CLAT es una CLAT de un solo nivel o una CLAT de múltiples niveles; la CLAT de múltiples niveles incluye N niveles de CLAT, donde  $N \geq 2$ , y N es un número entero; cada nivel de CLAT incluye múltiples entradas; cada entrada en el nivel n-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una dirección del nivel (n+1)-ésimo de CLAT, donde  $2 \leq n < n+1 < N$ , y n es un número entero; y cada entrada en el nivel N-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una primera dirección de uno de los bloques de memoria.

De acuerdo con la quinta manera de implementación posible del segundo aspecto, en una sexta manera de implementación posible del segundo aspecto, los tamaños de los múltiples bloques de memoria asignados al servicio a procesar son los mismos; y el determinar un desplazamiento de entrada de acuerdo con el número de servicio del servicio a procesar incluye:

cuando la CLAT es una CLAT de un solo nivel, multiplicar el número de servicio del servicio a procesar por un tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, y dividir el resultado de la multiplicación por el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar, para obtener un cociente y un resto para la CLAT de un solo nivel, donde cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es mayor que 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel, o cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es igual a 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel menos 1; o cuando la CLAT es una CLAT de múltiples niveles, donde el desplazamiento de entrada incluye un desplazamiento de entrada de cada nivel de CLAT, calcular un desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT de la siguiente manera:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\text{Número de servicio} \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } x = 1 \\ \frac{\text{Resto para el nivel } (x-1)\text{-ésimo de CLAT} \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } N \geq x \geq 2 \end{array} \right.$$

donde cuando un resto para el nivel x-ésimo de CLAT es mayor que 0, el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel x-ésimo de CLAT; o cuando un resto para el nivel

x-ésimo de CLAT es igual a 0, el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel x-ésimo de CLAT menos 1, donde A es el tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, B es el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar, y C es la cantidad de entradas en el nivel N-ésimo de CLAT.

5 De acuerdo con un tercer aspecto, una forma de realización de la presente invención proporciona además un procedimiento para gestionar una memoria de una máquina virtual, donde el procedimiento incluye:

10 obtener, mediante un dispositivo de gestión de migración en un ordenador central físico de destino, una dirección de una tabla de direcciones base, BAT, en una máquina virtual de un ordenador central físico de origen durante una migración en vivo, donde el ordenador central físico de destino y el ordenador central físico de origen están conectados a diferentes dispositivos de interconexión exprés de componentes periféricos, PCIE, el dispositivo PCIE es un dispositivo de hardware que admite la norma de virtualización I/O de una sola raíz, SR-IOV, y el dispositivo PCIE tiene al menos una función física, PF, y al menos una función virtual, VF, donde un número de función único se configura para cada PF y cada VF por separado;

15 obtener un número de función correspondiente a una máquina virtual migrada; y  
configurar una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función en una tabla de configuración de máquina virtual, VCT, en un dispositivo PCIE conectado al ordenador central físico de destino.

20 De acuerdo con un cuarto aspecto, una forma de realización de la presente invención proporciona además un ordenador central físico, donde una máquina virtual se ejecuta en el ordenador central físico, el ordenador central físico está conectado a un dispositivo de interconexión exprés de componentes periféricos, PCIE, el dispositivo PCIE es un dispositivo de hardware que admite la norma de virtualización I/O de una sola raíz, SR-IOV, y el dispositivo PCIE tiene al menos una función física, PF, y al menos una función virtual, VF, donde un número de función único se configura para cada PF y cada VF por separado; y la máquina virtual incluye:

30 un módulo de asignación, configurado para asignar una memoria a al menos un servicio ubicado en el dispositivo PCIE, donde la memoria asignada a cada servicio incluye múltiples bloques de memoria, cada uno de los múltiples bloques de memoria se utiliza para guardar información de funcionamiento de un servicio correspondiente, y cada bloque de memoria es una sección de espacio de memoria en la que las direcciones físicas de invitado son consecutivas;

35 un módulo de generación de entradas, configurado para generar una tabla de direcciones base, BAT, y una tabla de direcciones lógicas de chip, CLAT, de acuerdo con la memoria asignada a cada servicio, donde la BAT incluye una dirección base de entrada de CLAT correspondiente a cada servicio, y la CLAT incluye una primera dirección de cada bloque de memoria; y  
un módulo de envío, configurado para enviar al dispositivo PCIE una dirección de la BAT y un número de función correspondiente a la máquina virtual.

40 En una primera manera de implementación posible del cuarto aspecto, el al menos un servicio incluye un servicio a procesar, y la máquina virtual incluye además:

45 un módulo de recepción, configurado para recibir un mensaje de solicitud que se utiliza para obtener información de funcionamiento del servicio a procesar y que es enviado por el dispositivo PCIE, donde el mensaje de solicitud incluye la dirección de la BAT, un tipo de servicio del servicio a procesar y un número de servicio del servicio a procesar; y  
el módulo de envío está configurado además para enviar, al dispositivo PCIE de acuerdo con el mensaje de solicitud, información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente al servicio a procesar.

50 De acuerdo con la primera manera de implementación posible del cuarto aspecto, en una segunda manera de implementación posible del cuarto aspecto, el módulo de envío está configurado específicamente para:

55 obtener la BAT correspondiente a la dirección de la BAT; determinar, de acuerdo con el tipo de servicio del servicio a procesar y la BAT, una dirección base de entrada de CLAT correspondiente al tipo de servicio; determinar un desplazamiento de entrada de acuerdo con el número de servicio del servicio a procesar; obtener, de acuerdo con la dirección base de entrada de CLAT y el desplazamiento de entrada, una entrada de CLAT correspondiente al servicio a procesar; y enviar, al dispositivo PCIE, información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente a la entrada de CLAT que se corresponde con el servicio a procesar.

60 De acuerdo con la segunda manera de implementación posible del cuarto aspecto, en una tercera manera de implementación posible del cuarto aspecto, la CLAT es una CLAT de un solo nivel o una CLAT de múltiples niveles; la CLAT de múltiples niveles incluye N niveles de CLAT, donde  $N \geq 2$ , y N es un número entero; cada nivel de CLAT incluye múltiples entradas; cada entrada en el nivel n-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una dirección del nivel (n+1)-ésimo de CLAT, donde  $2 \leq n < n+1 < N$ , y n es un número entero; y cada entrada en el nivel N-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una primera dirección de uno de los bloques de memoria.

De acuerdo con la tercera manera de implementación posible del cuarto aspecto, en una cuarta manera de implementación posible del cuarto aspecto, los tamaños de los múltiples bloques de memoria asignados al servicio a procesar son los mismos; y el módulo de envío está configurado específicamente para:

cuando la CLAT es una CLAT de un solo nivel, multiplicar el número de servicio del servicio a procesar por un tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, y dividir el resultado de la multiplicación por el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar, para obtener un cociente y un resto para la CLAT de un solo nivel, donde cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es mayor que 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel, o cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es igual a 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel menos 1; o cuando la CLAT es una CLAT de múltiples niveles, donde el desplazamiento de entrada incluye un desplazamiento de entrada de cada nivel de CLAT, calcular un desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT de la siguiente manera:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\text{Número de servicio } \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } x = 1 \\ \frac{\text{Resto para el nivel } (x-1)\text{-ésimo de CLAT } \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } N \geq x \geq 2 \end{array} \right.$$

donde cuando un resto para el nivel x-ésimo de CLAT es mayor que 0, el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel x-ésimo de CLAT; o cuando un resto para el nivel x-ésimo de CLAT es igual a 0, el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel x-ésimo de CLAT menos 1, donde A es el tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, B es el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar y C es la cantidad de entradas en el nivel N-ésimo de CLAT.

De acuerdo con un quinto aspecto, una forma de realización de la presente invención proporciona además un dispositivo PCIE, donde el dispositivo PCIE está conectado a un ordenador central físico, al menos una máquina virtual se ejecuta en el ordenador central físico, el dispositivo PCIE es un dispositivo de hardware que satisface la norma de virtualización I/O de una sola raíz, SR-IOV, y el dispositivo PCIE tiene al menos una función física, PF, y al menos una función virtual, VF, donde un número de función único se configura para cada PF y cada VF por separado; cada máquina virtual incluye una tabla de direcciones base, BAT, donde la BAT es generada por una máquina virtual, a la que pertenece la BAT, según una memoria asignada a al menos un servicio ubicado en el dispositivo PCIE; la memoria asignada a cada servicio incluye múltiples bloques de memoria, cada uno de los múltiples bloques de memoria se utiliza para guardar información de funcionamiento de un servicio correspondiente, cada bloque de memoria es una sección de espacio de memoria en la que las direcciones físicas de invitado son consecutivas; la BAT incluye una dirección base de entrada de tabla de direcciones lógicas de chip, CLAT, correspondiente a cada servicio, y la CLAT incluye una primera dirección de cada bloque de memoria; y el dispositivo PCIE incluye además:

un módulo de recepción, configurado para recibir una dirección de la tabla de direcciones base, BAT, en cada máquina virtual y un número de función correspondiente a cada máquina virtual; y un módulo de generación, configurado para guardar una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función en una tabla de configuración de máquina virtual, VCT.

En una primera manera de implementación posible del quinto aspecto, el al menos un servicio incluye un servicio a procesar, y el dispositivo PCIE incluye además:

un módulo de determinación, configurado para determinar, de acuerdo con la información de servicio del servicio a procesar y la VCT, una dirección de una BAT correspondiente al servicio a procesar; y un módulo de obtención, configurado para obtener, a partir de una memoria correspondiente al servicio a procesar, información de funcionamiento del servicio a procesar de acuerdo con la dirección de la BAT correspondiente al servicio a procesar, un tipo de servicio del servicio a procesar y un número de servicio del servicio a procesar.

De acuerdo con la primera manera de implementación posible del quinto aspecto, en una segunda manera de implementación posible del quinto aspecto, el módulo de recepción está configurado además para recibir la información de servicio, enviada por un lado de ordenador central o un lado de red, del servicio a procesar; y

el módulo de determinación está configurado específicamente para:

5 determinar un número de función correspondiente al servicio a procesar, de acuerdo con una característica de la información de servicio, enviada por el lado de ordenador central, del servicio a procesar o de acuerdo con una interfaz PCIE utilizada cuando se recibe la información de servicio, transmitida por el lado de ordenador central, del servicio a procesar, donde la característica se usa para indicar el número de función correspondiente al servicio a procesar; y  
 10 determinar, de acuerdo con la VCT y el número de función determinado correspondiente al servicio a procesar, la dirección de la BAT correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar.

De acuerdo con la segunda manera de implementación posible del quinto aspecto, en una tercera manera de implementación posible del quinto aspecto, el módulo de obtención está configurado específicamente para:

15 enviar un mensaje de solicitud a una máquina virtual correspondiente al número de función determinado que se corresponde con el servicio a procesar, donde el mensaje de solicitud incluye la dirección de la BAT correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar, el tipo de servicio del servicio a procesar y el número de servicio del servicio a procesar; y recibir información de funcionamiento, del servicio a procesar, enviada por la máquina virtual correspondiente al número de función que se  
 20 corresponde con el servicio a procesar, donde la información de funcionamiento del servicio a procesar se obtiene a partir de un bloque de memoria correspondiente al mensaje de solicitud mediante la máquina virtual correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar.

De acuerdo con la primera o la segunda manera de implementación posible del quinto aspecto, en una cuarta manera de implementación posible del quinto aspecto, el módulo de obtención está configurado específicamente para:

30 leer, de acuerdo con la dirección de la BAT correspondiente al servicio a procesar, la BAT correspondiente al servicio a procesar; determinar, de acuerdo con el tipo de servicio del servicio a procesar, una dirección base de entrada de CLAT correspondiente al tipo de servicio del servicio a procesar de la BAT correspondiente al servicio a procesar; determinar un desplazamiento de entrada de acuerdo con el número de servicio del servicio a procesar; leer una entrada de CLAT correspondiente al desplazamiento de entrada y la dirección base de entrada de CLAT que se corresponde con el tipo de servicio del servicio a procesar; y leer información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente a la entrada de CLAT.

De acuerdo con la cuarta manera de implementación posible del quinto aspecto, en una quinta manera de implementación posible del quinto aspecto, la CLAT es una CLAT de un solo nivel o una CLAT de múltiples niveles; la CLAT de múltiples niveles incluye N niveles de CLAT, donde  $N \geq 2$ , y N es un número entero; cada nivel de CLAT incluye múltiples entradas; cada entrada en el nivel n-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una dirección del nivel (n+1)-ésimo de CLAT, donde  $2 \leq n < n+1 < N$ , y n es un número entero; y cada entrada en el nivel N-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una primera dirección de uno de los bloques de memoria.

De acuerdo con la quinta manera de implementación posible del quinto aspecto, en una sexta manera de implementación posible del quinto aspecto, los tamaños de los múltiples bloques de memoria asignados al servicio a procesar son los mismos; y  
 45 el módulo de obtención está configurado específicamente para:

50 cuando la CLAT es una CLAT de un solo nivel, multiplicar el número de servicio del servicio a procesar por un tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, y dividir el resultado de la multiplicación por el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar, para obtener un cociente y un resto para la CLAT de un solo nivel, donde cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es mayor que 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel, o cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es igual a 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel menos 1; o  
 55 cuando la CLAT es una CLAT de múltiples niveles, donde el desplazamiento de entrada incluye un desplazamiento de entrada de cada nivel de CLAT, calcular un desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT de la siguiente manera:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\text{Número de servicio} \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } x = 1 \\ \frac{\text{Resto para el nivel } (x-1)\text{-ésimo de CLAT} \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } N \geq x \geq 2 \end{array} \right.$$

5 donde cuando un resto para el nivel x-ésimo de CLAT es mayor que 0, el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel x-ésimo de CLAT; o cuando un resto para el nivel x-ésimo de CLAT es igual a 0, el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel x-ésimo de CLAT menos 1, donde A es el tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, B es el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar, y C es la cantidad de entradas en el nivel N-ésimo de CLAT.

10 De acuerdo con un sexto aspecto, una forma de realización de la presente invención proporciona además un dispositivo de gestión de migración, donde el dispositivo de gestión de migración está dispuesto en un ordenador central físico de destino, y el dispositivo de gestión de migración incluye:

15 un primer módulo de obtención, configurado para obtener una dirección de una tabla de direcciones base, BAT, en una máquina virtual de un ordenador central físico de origen durante una migración en vivo, donde el ordenador central físico de destino y el ordenador central físico de origen están conectados a diferentes dispositivos de interconexión exprés de componentes periféricos, PCIE, el dispositivo PCIE es un dispositivo de hardware que admite la norma de virtualización I/O de una sola raíz, SR-IOV, y el dispositivo PCIE tiene al menos una función física, PF, y al menos una función virtual, VF, donde un número de función único se configura para cada PF y cada VF por separado;

20 un segundo módulo de obtención, configurado para obtener un número de función correspondiente a una máquina virtual migrada; y

un módulo de configuración, configurado para configurar una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función en una tabla de configuración de máquina virtual, VCT, en un dispositivo PCIE conectado al ordenador central físico de destino.

25 De acuerdo con un séptimo aspecto, una forma de realización de la presente invención proporciona además un ordenador central físico, donde el ordenador central físico incluye un procesador, una memoria, una unidad de entrada/salida y un bus; la memoria está configurada para almacenar una instrucción ejecutable por ordenador; el procesador está conectado a la memoria usando el bus; y cuando el ordenador central físico está en funcionamiento, el procesador ejecuta la instrucción ejecutable por ordenador almacenada en la memoria, de modo que el ordenador ejecuta el procedimiento para la gestión de una memoria de una máquina virtual proporcionado en el primer aspecto o el tercer aspecto.

Efectos beneficiosos de las soluciones técnicas proporcionadas en la presente invención son los siguientes:

35 Durante el procesamiento de servicios se busca información de funcionamiento en un bloque de memoria de acuerdo con una característica en un paquete de servicio y un número de servicio, y la información de funcionamiento es leída por medio de una unidad de almacenamiento temporal. Esto es fácil de realizar y requiere menos tiempo. Durante la migración en vivo de una máquina virtual se evitan los problemas causados por la migración de registros, y una VMM migra de manera automática y directa un bloque de memoria, una BAT y una CLAT a una máquina virtual de destino, siempre que una correspondencia entre un número de función correspondiente a una máquina virtual migrada y una primera dirección de la BAT en una máquina virtual de un ordenador central físico de origen esté configurada en una VCT en un adaptador PCIE después de la migración. Esto es simple y fácil de implementar, aumenta en gran medida la velocidad de migración en vivo de una máquina virtual y reduce el tiempo de inactividad.

45 Breve descripción de los dibujos

50 Para describir con mayor claridad las soluciones técnicas de las formas de realización de la presente invención, a continuación se exponen brevemente los dibujos adjuntos requeridos para describir las formas de realización. Evidentemente, los dibujos adjuntos de la siguiente descripción muestran solamente algunas formas de realización de la presente invención, y los expertos en la técnica pueden obtener otros dibujos a partir de estos dibujos adjuntos sin realizar investigaciones adicionales.

55 La FIG. 1 es un diagrama de un escenario de aplicación de acuerdo con las formas de realización de la presente invención.

La FIG. 2 es un diagrama de flujo de un procedimiento para gestionar una memoria de una máquina virtual de acuerdo con la forma de realización 1 de la presente invención.

60 La FIG. 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento para configurar un dispositivo PCIE de acuerdo con la forma de realización 2 de la presente invención.

La FIG. 4 es un diagrama de flujo de un procedimiento para gestionar una memoria de una máquina virtual de acuerdo con la forma de realización 3 de la presente invención.

65 La FIG. 5 es un diagrama de flujo de un procedimiento para gestionar una memoria de una máquina virtual de

acuerdo con la forma de realización 4 de la presente invención.

La FIG. 6 es un diagrama esquemático de una CLAT de un solo nivel de acuerdo con la forma de realización 4 de la presente invención.

5 La FIG. 7 es un diagrama esquemático de una CLAT de múltiples niveles de acuerdo con la forma de realización 4 de la presente invención.

10 La FIG. 8 es un diagrama de bloques estructural de un ordenador central físico de acuerdo con la forma de realización 5 de la presente invención.

La FIG. 9 es un diagrama de bloques estructural de un ordenador central físico de acuerdo con la forma de realización 6 de la presente invención.

15 La FIG. 10 es un diagrama de bloques estructural de un dispositivo PCIE de acuerdo con la forma de realización 7 de la presente invención.

20 La FIG. 11 es un diagrama de bloques estructural de un dispositivo PCIE de acuerdo con la forma de realización 8 de la presente invención.

La FIG. 12 es un diagrama de bloques estructural de un dispositivo de gestión de migración de acuerdo con la forma de realización 9 de la presente invención.

Descripción de formas de realización

25 Para entender con mayor claridad los objetivos, las soluciones técnicas y las ventajas de la presente invención, a continuación se describen en detalle las formas de realización de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos.

30 Para facilitar la descripción de las formas de realización, a continuación se describe brevemente en primer lugar un escenario de aplicación de las formas de realización de la presente invención. Haciendo referencia a la FIG. 1, un gestor de máquina virtual, VMM, y al menos una máquina virtual se ejecutan un ordenador central físico. El VMM puede gestionar una o más máquinas virtuales. Cada máquina virtual puede ejecutar un sistema operativo, OS, y varias aplicaciones. El ordenador central físico puede estar conectado a un dispositivo PCIE, y el dispositivo PCIE es un dispositivo de hardware que admite la norma de virtualización I/O de una sola raíz, SR-IOV. El dispositivo PCIE tiene al menos una función física (en inglés: Physical Function, PF por sus siglas) y al menos una función virtual, VF. Un número de función único se configura para cada PF y cada VF por separado. La máquina virtual ejecuta un servicio particular usando una PF o una VF. Cada PF o VF se corresponde con una máquina virtual. Una correspondencia entre un número de función de una PF o un número de función de una VF y una máquina virtual puede guardarse en el dispositivo PCIE.

45 El ordenador central físico incluye hardware relacionado con la ejecución de una máquina virtual, por ejemplo, una CPU y al menos una unidad de almacenamiento (un disco duro, una memoria y similares) de un medio de almacenamiento legible por ordenador. Además, el ordenador central físico puede incluir una unidad de comunicaciones, una unidad de entrada, una unidad de visualización y similares. El dispositivo PCIE puede ser un adaptador PCIE, por ejemplo, un adaptador de red y una tarjeta de vídeo.

50 El ordenador central físico puede incluir además un dispositivo de gestión de migración. Durante la migración en vivo de una máquina virtual, un dispositivo de gestión de migración en un ordenador central físico de origen migra los datos almacenados en una memoria a un ordenador central físico de destino. En una manera de implementación, el dispositivo de gestión de migración puede ser el VMM anterior.

Cabe señalar que los tipos de dispositivo y las maneras de conexión anteriores son solamente ejemplos, y la presente invención no impone ninguna limitación en los mismos.

55 Forma de realización 1

60 Esta forma de realización de la presente invención proporciona un procedimiento para gestionar una memoria de una máquina virtual. El procedimiento es ejecutado por una de la al menos una máquina virtual anterior. Haciendo referencia a la FIG. 2, el procedimiento incluye las siguientes etapas.

65 Etapa 101. La máquina virtual asigna una memoria a al menos un servicio ubicado en un dispositivo PCIE, donde la memoria asignada a cada servicio incluye múltiples bloques de memoria, cada uno de los múltiples bloques de memoria se utiliza para guardar información de funcionamiento de un servicio correspondiente, y cada bloque de memoria es una sección de espacio de memoria en la que las direcciones físicas de invitado son consecutivas.

Etapa 102. La máquina virtual genera una tabla de direcciones base (en inglés: Base Address Table, BAT por sus siglas) y una tabla de direcciones lógicas de chip (en inglés: Chip Logic Address Table, CLAT por sus siglas) de acuerdo con la memoria asignada a cada servicio, donde la BAT incluye una dirección base de entrada de CLAT correspondiente a cada servicio, y la CLAT incluye una primera dirección de cada bloque de memoria.

5 Etapa 103. La máquina virtual envía al dispositivo PCIE una dirección de la BAT y un número de función correspondiente a la máquina virtual, donde el dispositivo PCIE está configurado para: registrar una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función, y obtener, a partir de la máquina virtual, información de funcionamiento de un servicio de acuerdo con la correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función.

La correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función puede guardarse en una tabla de configuración de máquina virtual (en inglés: VM Configuration Table, VCT por sus siglas).

15 En esta forma de realización de la presente invención, una máquina virtual asigna una memoria a al menos un servicio ubicado en un dispositivo PCIE, genera una BAT y una CLAT de acuerdo con la memoria asignada a cada servicio, y envía una dirección de la BAT y un número de función al dispositivo PCIE, por lo que el dispositivo PCIE puede registrar una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función. Durante el procesamiento de servicios, el dispositivo PCIE obtiene, a partir de la máquina virtual, información de funcionamiento de un servicio de acuerdo con la correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función. Esto es fácil de realizar y requiere menos tiempo. Durante la migración en vivo de una máquina virtual se evitan los problemas causados por la migración de registros, siempre que un bloque de memoria, una BAT y una CLAT se migren directamente a una máquina física de destino, y que una correspondencia entre un número de función correspondiente a una máquina virtual migrada y una dirección de la BAT en una máquina virtual de un ordenador central físico de origen esté configurada en una VCT en un dispositivo PCIE después de la migración. Esto es simple y fácil de implementar, aumenta en gran medida la velocidad de migración en vivo de una máquina virtual y reduce el tiempo de inactividad.

Forma de realización 2

30 Esta forma de realización de la presente invención proporciona un procedimiento para configurar un dispositivo PCIE. El procedimiento es ejecutado por el dispositivo PCIE anterior. Haciendo referencia a la FIG. 3, el procedimiento incluye las siguientes etapas.

35 Etapa 201. El dispositivo PCIE recibe una dirección de una BAT en cada máquina virtual y un número de función correspondiente a cada máquina virtual, donde cada máquina virtual incluye una tabla de direcciones base, BAT, la BAT es generada por una máquina virtual, a la que la BAT pertenece, de acuerdo con una memoria asignada a al menos un servicio ubicado en el dispositivo PCIE; la memoria asignada a cada servicio incluye múltiples bloques de memoria, cada uno de los múltiples bloques de memoria se utiliza para guardar información de funcionamiento de un servicio correspondiente, cada bloque de memoria es una sección de espacio de memoria en la que las direcciones físicas de invitado son consecutivas; la BAT incluye una dirección base de entrada de CLAT correspondiente a cada servicio, y una CLAT incluye una primera dirección de cada bloque de memoria.

45 Etapa 202. Guardar una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función en una tabla de configuración de máquina virtual, VCT, de modo que la VCT incluye la correspondencia entre el número de función y la dirección de la BAT.

50 En esta forma de realización de la presente invención, un dispositivo PCIE recibe una dirección de una BAT y un número de función, y guarda una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función en una tabla de configuración de máquina virtual, VCT. Durante el procesamiento de servicios, el dispositivo PCIE obtiene, a partir de una máquina virtual, información de funcionamiento de un servicio de acuerdo con la correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función. Esto es fácil de realizar y requiere menos tiempo. Durante la migración en vivo de una máquina virtual se evitan los problemas causados por la migración de registros, siempre que un bloque de memoria, una BAT y una CLAT se migren directamente a un ordenador central físico de destino, y que una correspondencia entre un número de función correspondiente a una máquina virtual migrada y una dirección de la BAT en una máquina virtual de un ordenador central físico de origen esté configurada en una VCT en un dispositivo PCIE después de la migración. Esto es simple y fácil de implementar, aumenta en gran medida la velocidad de migración en vivo de una máquina virtual y reduce el tiempo de inactividad.

Forma de realización 3

60 Esta forma de realización de la presente invención proporciona un procedimiento para gestionar una memoria de una máquina virtual. El procedimiento es ejecutado por el dispositivo de gestión de migración anterior. Haciendo referencia a la FIG. 4, el procedimiento incluye las siguientes etapas.

65 Etapa 301. El dispositivo de gestión de migración en un ordenador central físico de destino obtiene una dirección de una tabla de direcciones base, BAT, en una máquina virtual de un ordenador central físico de origen durante una

5 migración en vivo, donde el ordenador central físico de destino y el ordenador central físico de origen están conectados a diferentes dispositivos de interconexión exprés de componentes periféricos, PCIE, el dispositivo PCIE es un dispositivo de hardware que admite la norma de virtualización I/O de una sola raíz, SR-IOV, y el dispositivo PCIE tiene al menos una función física, PF, y al menos una función virtual, VF, donde un número de función único se configura para cada PF y cada VF por separado.

El dispositivo de gestión de migración en esta forma de realización puede ser un VMM.

10 Etapa 302. El dispositivo de gestión de migración obtiene un número de función correspondiente a una máquina virtual migrada.

Etapa 303. El dispositivo de gestión de migración configura una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función en una tabla de configuración de máquina virtual, VCT, en un dispositivo PCIE conectado al ordenador central físico de destino.

15 En esta forma de realización de la presente invención, durante la migración en vivo de una máquina virtual se evitan los problemas causados por la migración de registros, siempre que un bloque de memoria, una BAT y una CLAT se migren de manera automática y directa a una máquina física de destino durante un proceso de migración, y que una correspondencia entre un número de función correspondiente a una máquina virtual migrada y una dirección de la BAT en una máquina virtual de un ordenador central físico de origen esté configurada en una VCT en un dispositivo PCIE después de la migración. Esto es simple y fácil de implementar, aumenta en gran medida la velocidad de migración en vivo de una máquina virtual y reduce el tiempo de inactividad.

Forma de realización 4

25 Esta forma de realización de la presente invención proporciona un procedimiento para gestionar una memoria de una máquina virtual. Haciendo referencia a la FIG. 5, el procedimiento incluye las siguientes etapas.

30 Etapa 401. Una máquina virtual asigna una memoria a al menos un servicio ubicado en un dispositivo PCIE, donde la memoria asignada a cada servicio incluye múltiples bloques de memoria, cada uno de los múltiples bloques de memoria se utiliza para guardar información de funcionamiento de un servicio correspondiente, y cada bloque de memoria es una sección de espacio de memoria en la que las direcciones físicas de invitado (en inglés: Guest Physical Address, GPA por sus siglas) son consecutivas.

35 Cuando se inicia la máquina virtual, la máquina virtual se aplica para una memoria de un ordenador central físico para el dispositivo PCIE y asigna la memoria que se aplica a un servicio. Específicamente, después de recibir una aplicación desde la máquina virtual, un controlador de dispositivo PCIE del ordenador central físico asigna una memoria a la máquina virtual. El controlador de dispositivo PCIE del ordenador central físico se refiere a un controlador que se utiliza para hacer funcionar el dispositivo PCIE y que está instalado en un disco duro del ordenador central físico.

40 En esta forma de realización, la información de funcionamiento del servicio puede ser información de configuración, una tabla de contexto, un recurso de servicio o una tabla acerca del entorno. En la tabla de contexto se registran varios estados del servicio, tales como un estado de ejecución, un estado de puesta en cola, un estado de temporizador y un estado de recopilación de estadísticas.

45 En esta forma de realización, los bloques de memoria asignados por la máquina virtual a cada servicio son de un tamaño constante e incluyen GPA consecutivas, es decir, los tamaños de los múltiples bloques de memoria asignados a cada servicio son idénticos. Específicamente, un servicio puede ocupar de manera independiente un bloque de memoria, o múltiples servicios pueden ocupar conjuntamente un bloque de memoria. Además, en esta forma de realización, un tamaño mínimo del bloque de memoria es un tamaño de una página de memoria y es generalmente de 4K.

50 Etapa 402. La máquina virtual genera una tabla de direcciones base, BAT, y una tabla de direcciones lógicas de chip, CLAT, de acuerdo con la memoria asignada a cada servicio, donde la BAT incluye una dirección base de entrada de CLAT correspondiente a cada servicio, y la CLAT incluye una primera dirección de cada bloque de memoria.

60 Si hay varios servicios de un mismo tipo de servicio en la CLAT, para diferenciar entre los diversos servicios del mismo tipo de servicio, un número de servicio puede asignarse a cada servicio. El número de servicio puede utilizarse para el cálculo de un desplazamiento de entrada de CLAT, y los detalles se describen a continuación.

65 En el presente documento, el tipo de servicio es un tipo de un servicio que puede ser ejecutado por el dispositivo PCIE, por ejemplo, un servicio de desvío, un servicio de segmentación y un servicio de suma de control, que se ejecuta mediante un adaptador de red.

Además, cuando la memoria se asigna al servicio en la etapa 401, un bloque de memoria puede asignarse además

5 a la BAT y la CLAT. Una cantidad de bits en una primera dirección del bloque de memoria es constante, y por lo tanto, una cantidad de octetos en la primera dirección del bloque de memoria también es constante. Por ejemplo, la cantidad de bits en la primera dirección del bloque de memoria es de 64, y una cantidad de octetos ocupados por una primera dirección de cada bloque de memoria es de 8B. Por lo tanto, si un tamaño de una memoria asignada a la CLAT es de 4K, una cantidad máxima de entradas en cada CLAT es de  $4K/8=512$ . Cuando las entradas en una CLAT no son suficientes, es necesario generar una CLAT de múltiples niveles para almacenar una primera dirección de un bloque de memoria. Es decir, la CLAT puede ser una CLAT de un solo nivel o una CLAT de múltiples niveles. La CLAT de múltiples niveles incluye N niveles de CLAT, donde  $N \geq 2$  y N es un número entero. Cada nivel de CLAT incluye múltiples entradas. Cada entrada en el nivel n-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una dirección del nivel (n+1)-ésimo de CLAT, donde  $2 \leq n < n+1 < N$  y n es un número entero. Cada entrada del nivel N-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una primera dirección de uno de los bloques de memoria.

15 Tal y como se muestra en la FIG. 6, en la CLAT de un solo nivel, cada entrada de la CLAT corresponde a un bloque de memoria.

Tal y como se muestra en la FIG. 7, en la CLAT de múltiples niveles, que utiliza una CLAT de dos niveles como ejemplo, una entrada en el primer nivel de CLAT corresponde a múltiples entradas en el segundo nivel de CLAT, y una entrada en el segundo nivel de CLAT corresponde a un bloque de memoria.

20 Por lo tanto, la BAT puede incluir además un tamaño de una entrada de CLAT (es decir, un tamaño de un bloque de memoria asignado a la CLAT), el tamaño del bloque de memoria, una cantidad de niveles de la CLAT y similares.

Etapa 403. La máquina virtual envía al dispositivo PCIE una dirección de la BAT y un número de función correspondiente a la máquina virtual.

25 La dirección de la BAT puede ser una primera dirección de la BAT. El número de función es un número de función de una PF o VF correspondiente a la máquina virtual.

30 Específicamente, el número de función de la PF o VF correspondiente a la máquina virtual puede ser especificado por la máquina virtual o por un VMM. Por lo tanto, la etapa 403 puede realizarse, de manera alternativa, por el VMM.

Además, en esta forma de realización, la máquina virtual puede guardar, además, una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función para su uso posterior.

35 Etapa 404. El dispositivo PCIE recibe una dirección de una BAT en cada máquina virtual y un número de función correspondiente a cada máquina virtual, y guarda una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función en una tabla de configuración de máquina virtual, VCT, de modo que la VCT incluye la correspondencia entre el número de función y la dirección de la BAT.

40 La VCT se guarda en el dispositivo PCIE (por ejemplo, un adaptador de red), y la BAT y la CLAT se guardan en la máquina virtual. Específicamente, la VCT puede generarse por adelantado, y después de recibir la dirección de la BAT y el número de función, el dispositivo PCIE escribe la dirección de la BAT y el número de función en la VCT. Más específicamente, la VCT puede ser generada por un VMM o la PCIE.

45 Específicamente, la dirección de la BAT puede ser una dirección física del ordenador central físico (también denominada dirección física de ordenador central, en inglés: Host Physical Address, HPA por sus siglas), o una dirección física de la máquina virtual (también denominada GPA). Si la dirección de la BAT es la GPA, cuando se accede a la dirección, el dispositivo PCIE necesita implementar una conversión de GPA a HPA mediante el uso de VT-D (una tecnología de Intel) o IOMMU (una tecnología de AMD) en una CPU, u otra tecnología que pueda implementar automáticamente la conversión de direcciones de GPA a HPA.

50 Etapa 405. El dispositivo PCIE determina, de acuerdo con la información de servicio de un servicio a procesar y la VCT, una dirección de una BAT correspondiente al servicio a procesar, donde el al menos un servicio incluye el servicio a procesar.

55 La información de servicio del servicio a procesar incluye información de servicio enviada por un lado de ordenador central o información de servicio enviada por un lado de red. La información de servicio enviada por el lado de ordenador central es generalmente datos de servicio. La información de servicio enviada por el lado de red es generalmente un paquete de servicio.

60 Específicamente, la etapa 405 puede implementarse de la siguiente manera:

65 recibir la información de servicio, enviada por el lado de ordenador central o el lado de red, del servicio a procesar;  
determinar un número de función correspondiente al servicio a procesar, de acuerdo con una característica de la información de servicio, enviada por el lado de ordenador central, del servicio a procesar o de acuerdo

con una interfaz PCIE utilizada cuando se recibe la información de servicio, transmitida por el lado de ordenador central, del servicio a procesar, donde la característica se usa para indicar el número de función correspondiente al servicio a procesar; y  
 5 determinar, de acuerdo con la VCT y el número de función determinado correspondiente al servicio a procesar, la dirección de la BAT correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar.

En esta forma de realización, una característica en el paquete de servicio enviado por el lado de red puede ser un campo en el paquete de servicio. Un campo utilizado como una característica en el presente documento puede  
 10 variar con un tipo de un dispositivo PCIE. Por ejemplo, cuando el dispositivo PCIE es un adaptador de red, una dirección de control de acceso al medio (en inglés: Media Access Control, MAC por sus siglas) de destino puede utilizarse como una característica. Es decir, cuando se recibe un paquete de servicio, el adaptador de red puede determinar un número de función correspondiente de acuerdo con la dirección MAC de destino en el paquete de servicio. En un caso en el que el lado de ordenador central envía los datos de servicio, un número de función correspondiente puede determinarse de acuerdo con una interfaz de PCIE utilizada cuando se reciben los datos de servicio transmitidos por el lado de ordenador central.

El lado de ordenador central se refiere a un sistema que incluye una CPU, una memoria y un disco duro que son de un ordenador central físico. El lado de red se refiere a un lado de red externa conectado al ordenador central físico.

20 Etapa 406. El dispositivo PCIE obtiene, a partir de una memoria correspondiente al servicio a procesar, información de funcionamiento del servicio a procesar de acuerdo con la dirección de la BAT correspondiente al servicio a procesar, un tipo de servicio del servicio a procesar y un número de servicio del servicio a procesar.

25 En esta forma de realización, la etapa 406 puede implementarse de las dos maneras siguientes.

Manera de implementación 1:

30 En primer lugar, el dispositivo PCIE envía un mensaje de solicitud a una máquina virtual correspondiente al número de función determinado que se corresponde con el servicio a procesar. El mensaje de solicitud incluye la dirección de la BAT correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar, el tipo de servicio del servicio a procesar y el número de servicio del servicio a procesar. El tipo de servicio es un tipo de un servicio correspondiente al paquete de servicio o a los datos de servicio recibidos por el dispositivo PCIE. El servicio correspondiente al paquete de servicio es un servicio ubicado en el paquete de servicio. El servicio correspondiente a los datos de servicio es un servicio transportado en un paquete de servicio que se obtiene después de que el dispositivo PCIE procese los datos de servicio.

40 En segundo lugar, la máquina virtual recibe el mensaje de solicitud que se utiliza para obtener la información de funcionamiento del servicio a procesar y que es enviado por el dispositivo PCIE.

En tercer lugar, la máquina virtual envía, al dispositivo PCIE de acuerdo con el mensaje de solicitud, información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente al servicio a procesar.

45 Específicamente, esta etapa puede incluir las etapas siguientes.

Etapa 1. La máquina virtual obtiene la BAT correspondiente a la dirección de la BAT.

50 Además, el mensaje de solicitud puede llevar alternativamente sólo el número de función pero no incluir la dirección de la BAT. La máquina virtual obtiene la BAT de acuerdo con el número de función y la correspondencia, almacenada en la máquina virtual, entre la dirección de la BAT y el número de función.

Etapa 2. La máquina virtual determina, de acuerdo con el tipo de servicio del servicio a procesar y la BAT, una dirección base de entrada de CLAT correspondiente al tipo de servicio.

55 Etapa 3. La máquina virtual determina un desplazamiento de entrada de acuerdo con el número de servicio del servicio a procesar.

60 Específicamente, los tamaños de múltiples bloques de memoria asignados al servicio a procesar son idénticos. La máquina virtual calcula el desplazamiento de entrada de la siguiente manera: Cuando la CLAT es una CLAT de un solo nivel, el número de servicio del servicio a procesar se multiplica por un tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, y el resultado de la multiplicación se divide por el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar para obtener un cociente y un resto para la CLAT de un solo nivel. Cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es mayor que 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel, o cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es igual a 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel menos 1.

Cuando la CLAT es una CLAT de múltiples niveles, donde el desplazamiento de entrada incluye un desplazamiento de entrada de cada nivel de CLAT, un desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT se calcula de la siguiente manera:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\text{Número de servicio} \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } x = 1 \\ \frac{\text{Resto para el nivel } (x-1)\text{-ésimo de CLAT} \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } N \geq x \geq 2 \end{array} \right.$$

Cuando un resto para el nivel x-ésimo de CLAT es mayor que 0, el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel x-ésimo de CLAT; o cuando un resto para el nivel x-ésimo de CLAT es igual a 0, el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel x-ésimo de CLAT menos 1, donde A es el tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, B es el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar y C es la cantidad de entradas en el nivel N-ésimo de CLAT.

Cuando el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es 0, indica que una entrada correspondiente es la primera entrada en el nivel x-ésimo de CLAT, cuando el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es 1, indica que una entrada correspondiente es la segunda entrada en el nivel x-ésimo de CLAT, y así sucesivamente.

Debe observarse que un resto para el nivel N-ésimo de CLAT (es decir, el último nivel de CLAT) se utiliza para indicar la información de funcionamiento, correspondiente al número de servicio, en un bloque de memoria determinado. Cuando el resto para el nivel N-ésimo de CLAT es igual a 0, la información de funcionamiento correspondiente al número de servicio es el último elemento de información de funcionamiento en el bloque de memoria determinado. Cuando el resto para el nivel N-ésimo de CLAT es mayor que 0, la información de funcionamiento correspondiente al número de servicio es el elemento m-ésimo de información de funcionamiento en el bloque de memoria determinado, y m es igual al resto para el nivel N-ésimo de CLAT.

El cálculo del desplazamiento de entrada se describe a continuación por medio de un ejemplo. Por ejemplo, un tamaño de cada memoria utilizada es de 1 KB, un tamaño de un bloque de memoria es de 4 KB, una cantidad de bits en una primera dirección de un bloque de memoria es de 64, y un tamaño de un bloque de memoria asignado a una CLAT es también de 4 KB.

En lo que respecta a una CLAT de un solo nivel, se supone que hay 2K servicios en la máquina virtual, y 512 bloques de memoria con un tamaño de 4K se asignan a los 2K servicios en la etapa 401. Primeras direcciones de los 512 bloques de memoria se almacenan en una CLAT. Cuando un número de servicio en el mensaje de solicitud recibido es de 100, un desplazamiento de entrada se calcula de la siguiente manera:  $100 \times 1K/4K = 25$ , donde el cociente es 25 y el resto es 0. Por lo tanto, el desplazamiento de entrada es 24, y la información de funcionamiento correspondiente a un servicio cuyo número de servicio es 100 es el último elemento de información de funcionamiento en un bloque de memoria que se corresponde con la 25ª entrada.

En lo que respecta a una CLAT de múltiples niveles, se supone que hay 16K servicios en la máquina virtual, y una CLAT de dos niveles puede admitir  $512 \times 512 \times 4 = 1M$  servicios. Por lo tanto, si es necesario dar soporte a los 16K servicios y se utiliza la CLAT de dos niveles, el primer nivel de CLAT solo tiene que incluir ocho entradas. Cuando se inicia la máquina virtual, 4K bloques de memoria con un tamaño de 4K se asignan a los 16K servicios. Después, un bloque de memoria con el tamaño de 4K se utiliza para generar el primer nivel de CLAT, y ocho bloques de memoria con el tamaño de 4K se utilizan para generar el segundo nivel de CLAT.

Cuando un número de servicio en el mensaje de solicitud recibido es de 2054, un desplazamiento de entrada del primer nivel de CLAT se calcula de la siguiente manera:  $2054 \times 1024/4096/512^{2-1} = 1$ , donde el resto es 6. Por lo tanto, el desplazamiento de entrada del primer nivel de CLAT es 1, es decir, se determina que una entrada en el primer nivel de CLAT es la segunda entrada. Un desplazamiento de entrada del segundo nivel de CLAT se calcula como sigue:  $6 \times 1024/4096/512^{2-2} = 1$ , donde el resto es 2. Por lo tanto, el desplazamiento de entrada del segundo nivel de CLAT es 1, y la información de funcionamiento correspondiente a un servicio cuyo número de servicio es 2054 es el segundo elemento de información de funcionamiento en un bloque de memoria que se corresponde con la segunda entrada en el segundo nivel de CLAT.

El número de servicio se asigna cuando se inicia cada servicio. Por ejemplo, en un servicio de protocolo de control de transmisión (en inglés: Retransmisor Control Protocol, TCP por sus siglas), un número de servicio se asigna al servicio cuando se establece una conexión TCP. El número de servicio puede asignarse secuencialmente a partir de 1 o 0. En la fórmula anterior, el cálculo se realiza de acuerdo con el número de servicio que se asigna secuencialmente a partir de 1. Cuando el número de servicio se asigna a partir de 0, el cálculo debe realizarse

sumando 1 al número de servicio. Antes de esta etapa, cuando se envían los datos de servicio al dispositivo PCIE, el lado de ordenador central envía al dispositivo PCIE un número de servicio correspondiente a los datos de servicio. Un número de servicio del paquete de servicio se determina cuando se establece el servicio, y el dispositivo PCIE puede guardar el número de servicio para su uso.

5 Etapa 4. La máquina virtual obtiene, de acuerdo con la dirección base de entrada de CLAT y el desplazamiento de entrada, una entrada de CLAT correspondiente al servicio a procesar.

10 Etapa 5. La máquina virtual envía, al dispositivo PCIE, información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente a la entrada de CLAT que se corresponde con el servicio a procesar.

15 Además, en esta etapa, la máquina virtual escribe, en una memoria caché del dispositivo PCIE, la información de funcionamiento del bloque de memoria, y el dispositivo PCIE lee, de la memoria caché, la información de funcionamiento del bloque de memoria, mejorándose así la eficacia de la lectura de datos y aumentando, además, la velocidad de procesamiento de servicio.

20 Además, cuando se envía la entrada de BAT y de CLAT al dispositivo PCIE, la máquina virtual puede escribir la entrada de BAT y de CLAT en la memoria caché del dispositivo PCIE para su uso posterior por parte del dispositivo PCIE.

En cuarto lugar, el dispositivo PCIE recibe la información de funcionamiento enviada por la máquina virtual, donde la información de funcionamiento se obtiene por medio de la máquina virtual a partir de un bloque de memoria correspondiente al mensaje de solicitud.

25 Manera de implementación 2:

En primer lugar, el dispositivo PCIE lee, de acuerdo con la dirección de la BAT correspondiente al servicio a procesar, la BAT correspondiente al servicio a procesar.

30 En segundo lugar, el dispositivo PCIE determina, de acuerdo con el tipo de servicio del servicio a procesar, una dirección base de entrada de CLAT correspondiente al tipo de servicio del servicio a procesar de la BAT correspondiente al servicio a procesar.

35 En tercer lugar, el dispositivo PCIE determina un desplazamiento de entrada de acuerdo con el número de servicio del servicio a procesar.

En esta etapa, la manera de determinar el desplazamiento de entrada es la misma que en la manera de implementación 1, y los detalles no se describen de nuevo en el presente documento.

40 En cuarto lugar, el dispositivo PCIE lee una entrada de CLAT correspondiente al desplazamiento de entrada y la dirección base de entrada de CLAT que se corresponde con el tipo de servicio del servicio a procesar.

45 En quinto lugar, el dispositivo PCIE lee información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente a la entrada de CLAT.

En esta etapa, el dispositivo PCIE puede leer, de una memoria caché del dispositivo PCIE, la información de funcionamiento del bloque de memoria para su uso posterior, mejorándose de este modo la velocidad de procesamiento de servicio.

50 En esta forma de realización de la presente invención, la manera de implementación 2 puede ejecutarse por un módulo de lectura/escritura de acceso directo a memoria (en inglés: Direct Memory Access, DMA por sus siglas) del dispositivo PCIE.

55 Etapa 407. El dispositivo PCIE procesa la información de servicio de acuerdo con la información de funcionamiento.

Específicamente, un paquete es procesado por una VF correspondiente al número de función anterior.

60 Etapa 408. Un dispositivo de gestión de migración en un ordenador central físico de origen migra directamente un bloque de memoria, una BAT y una CLAT que están en un ordenador central físico de origen a un ordenador central físico de destino durante la migración en vivo.

65 El ordenador central físico de destino y el ordenador central físico de origen están conectados a diferentes dispositivos de interconexión exprés de componentes periféricos, PCIE. El dispositivo PCIE es un dispositivo de hardware que admite la norma de virtualización I/O de una sola raíz, SR-IOV. El dispositivo PCIE tiene al menos una función física, PF, y al menos una función virtual, VF, y un número de función único se configura para cada PF y cada VF por separado.

Además, el dispositivo de gestión de migración en el ordenador central físico de origen escribe, en una memoria del ordenador central físico de destino, los datos que se encuentran en una memoria caché de un dispositivo PCIE conectado al ordenador central físico de origen.

5 Etapa 409. Un dispositivo de gestión de migración en el ordenador central físico de destino configura una correspondencia entre una dirección de una tabla de direcciones base, BAT, de una máquina virtual del ordenador central físico de origen y un número de función correspondiente a una máquina virtual migrada en una tabla de configuración de máquina virtual VCT de un dispositivo PCIE conectado al ordenador central físico de destino.

10 Específicamente, el dispositivo de gestión de migración en el ordenador central físico de destino obtiene la dirección de la tabla de direcciones base, BAT, de la máquina virtual del ordenador central físico de origen y el número de función (el número de función puede ser especificado por la máquina virtual o asignado por un VMM) correspondiente a la máquina virtual de destino migrada. El dispositivo de gestión de migración en el ordenador central físico de destino envía al dispositivo PCIE la dirección de la BAT y el número de función correspondiente a la máquina virtual de destino migrada. El dispositivo PCIE conectado al ordenador central físico de destino guarda la correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función en la tabla de configuración de máquina virtual, VCT.

20 En esta forma de realización, el dispositivo de gestión de migración puede ser un VMM.

En esta forma de realización de la presente invención, una máquina virtual asigna una memoria a al menos un servicio ubicado en un dispositivo PCIE, genera una BAT y una CLAT de acuerdo con la memoria asignada a cada servicio, y envía una dirección de la BAT y un número de función al dispositivo PCIE, por lo que el dispositivo PCIE puede registrar una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función. Durante el procesamiento de servicios, el dispositivo PCIE obtiene, a partir de la máquina virtual, información de funcionamiento de un servicio de acuerdo con la correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función. Esto es fácil de realizar y requiere menos tiempo. Durante la migración en vivo de una máquina virtual se evitan los problemas causados por la migración de registros, siempre que un bloque de memoria, una BAT y una CLAT se migren directamente a una máquina física de destino, y que una correspondencia entre un número de función correspondiente a una máquina virtual migrada y una dirección de la BAT en una máquina virtual de un ordenador central físico de origen esté configurada en una VCT en un dispositivo PCIE después de la migración. Esto es simple y fácil de implementar, aumenta en gran medida la velocidad de migración en vivo de una máquina virtual y reduce el tiempo de inactividad.

35 Forma de realización 5

Esta forma de realización de la presente invención proporciona un ordenador central físico, que se aplica con el procedimiento proporcionado en la forma de realización 1. Haciendo referencia a la FIG. 8, una máquina virtual 510 se ejecuta en el ordenador central físico 51, y el ordenador central físico 51 está conectado a un dispositivo de interconexión exprés de componentes periféricos, PCIE, 52. El dispositivo PCIE 52 es un dispositivo de hardware que admite la norma de virtualización I/O de una sola raíz, SR-IOV. El dispositivo PCIE 52 tiene al menos una función física, PF, 521 y al menos una función virtual, VF, 522, y un número de función único se configura para cada PF 521 y cada VF 522 por separado. La máquina virtual 510 incluye:

45 un módulo de asignación 511, configurado para asignar una memoria a al menos un servicio ubicado en el dispositivo PCIE, donde la memoria asignada a cada servicio incluye múltiples bloques de memoria, cada uno de los múltiples bloques de memoria se utiliza para guardar información de funcionamiento de un servicio correspondiente, y cada bloque de memoria es una sección de espacio de memoria en la que las direcciones físicas de invitado son consecutivas;

50 un módulo de generación de entradas 512, configurado para generar una tabla de direcciones base, BAT, y una tabla de direcciones lógicas de chip, CLAT, de acuerdo con la memoria asignada a cada servicio, donde la BAT incluye una dirección base de entrada de CLAT correspondiente a cada servicio, y la CLAT incluye una primera dirección de cada bloque de memoria; y

55 un módulo de envío 513, configurado para enviar al dispositivo PCIE una dirección de la BAT y un número de función correspondiente a la máquina virtual, donde el dispositivo PCIE está configurado para: registrar una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función, y obtener, a partir de la máquina virtual, información de funcionamiento de un servicio de acuerdo con la correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función.

60 En esta forma de realización de la presente invención, una máquina virtual asigna una memoria a al menos un servicio ubicado en un dispositivo PCIE, genera una BAT y una CLAT de acuerdo con la memoria asignada a cada servicio, y envía una dirección de la BAT y un número de función al dispositivo PCIE, por lo que el dispositivo PCIE puede registrar una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función. Durante el procesamiento de servicios, el dispositivo PCIE obtiene, a partir de la máquina virtual, información de funcionamiento de un servicio de acuerdo con la correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función. Esto es fácil de realizar y requiere menos tiempo. Durante la migración en vivo de una máquina virtual se evitan los problemas causados por

65

la migración de registros, siempre que un bloque de memoria, una BAT y una CLAT se migren directamente a una máquina física de destino, y que una correspondencia entre un número de función correspondiente a una máquina virtual migrada y una dirección de la BAT en una máquina virtual de un ordenador central físico de origen esté configurada en una VCT en un dispositivo PCIE después de la migración. Esto es simple y fácil de implementar, aumenta en gran medida la velocidad de migración en vivo de una máquina virtual y reduce el tiempo de inactividad.

#### Forma de realización 6

Esta forma de realización de la presente invención proporciona un ordenador central físico, que se aplica con el procedimiento proporcionado en la forma de realización 4. Haciendo referencia a la FIG. 9, una máquina virtual 610 se ejecuta en el ordenador central físico 61, y el ordenador central físico 61 está conectado a un dispositivo de interconexión exprés de componentes periféricos, PCIE, 62. El dispositivo PCIE 62 es un dispositivo de hardware que admite la norma de virtualización I/O de una sola raíz, SR-IOV. El dispositivo PCIE 62 tiene al menos una función física, PF, 621 y al menos una función virtual, VF 622, y un número de función único se configura para cada PF 621 y cada VF 622 por separado. La máquina virtual 610 incluye un módulo de asignación 611, un módulo de generación de entradas 612 y un módulo de envío 613.

El módulo de asignación 611 está configurado para asignar una memoria a al menos un servicio ubicado en el dispositivo PCIE, donde la memoria asignada a cada servicio incluye múltiples bloques de memoria, cada uno de los múltiples bloques de memoria se utiliza para guardar información de funcionamiento de un servicio correspondiente, y cada bloque de memoria es una sección de espacio de memoria en la que las direcciones físicas de invitado son consecutivas.

Cuando se inicia la máquina virtual 610, la máquina virtual 610 se aplica para una memoria de un ordenador central físico para el dispositivo PCIE 62 y asigna la memoria que se aplica a un servicio. Específicamente, después de recibir una aplicación desde la máquina virtual, un controlador de dispositivo PCIE del ordenador central físico 61 asigna una memoria a la máquina virtual. El controlador de dispositivo PCIE del ordenador central físico 61 se refiere a un controlador que se utiliza para hacer funcionar el dispositivo PCIE y que está instalado en un disco duro del ordenador central físico.

En esta forma de realización, la información de funcionamiento del servicio puede ser información de configuración, una tabla de contexto, un recurso de servicio o una tabla acerca del entorno. En la tabla de contexto se registran varios estados del servicio, tales como un estado de ejecución, un estado de puesta en cola, un estado de temporizador y un estado de recopilación de estadísticas.

En esta forma de realización, los bloques de memoria asignados por la máquina virtual 610 a cada servicio son de un tamaño constante e incluyen GPA consecutivas, es decir, los tamaños de los múltiples bloques de memoria asignados a cada servicio son idénticos. Específicamente, un servicio puede ocupar de manera independiente un bloque de memoria, o múltiples servicios pueden ocupar conjuntamente un bloque de memoria. Además, en esta forma de realización, un tamaño mínimo del bloque de memoria es un tamaño de una página de memoria y es generalmente de 4K.

El módulo de generación de entradas 612 está configurado para generar una tabla de direcciones base, BAT, y una tabla de direcciones lógicas de chip, CLAT, de acuerdo con la memoria asignada a cada servicio, donde la BAT incluye una dirección base de entrada de CLAT correspondiente a cada servicio, y la CLAT incluye una primera dirección de cada bloque de memoria. Específicamente, una primera dirección de la BAT puede ser una dirección física del ordenador central físico (HPA), o una dirección física de la máquina virtual (GPA). Si la primera dirección de la BAT es la GPA, cuando se accede a la dirección, un adaptador PCIE necesita implementar una conversión de GPA a HPA mediante el uso de VT-D (una tecnología de Intel) o IOMMU (una tecnología de AMD) en una CPU, u otra tecnología que pueda implementar automáticamente la conversión de direcciones de GPA a HPA.

Si hay varios servicios de un mismo tipo de servicio en la CLAT, para diferenciar entre los diversos servicios del mismo tipo de servicio, un número de servicio puede asignarse a cada servicio. El número de servicio puede utilizarse para el cálculo de un desplazamiento de entrada de CLAT, y los detalles se describen a continuación.

En el presente documento, el tipo de servicio es un tipo de un servicio que puede ser ejecutado por el dispositivo PCIE 62, por ejemplo, un servicio de desvío, un servicio de segmentación y un servicio de suma de control, que se ejecuta mediante un adaptador de red.

Además, el módulo de asignación 611 puede asignar un bloque de memoria a la BAT y la CLAT. Una cantidad de bits en una primera dirección del bloque de memoria es constante, y por lo tanto, una cantidad de octetos en la primera dirección del bloque de memoria también es constante. Por ejemplo, la cantidad de bits en la primera dirección del bloque de memoria es de 64, y una cantidad de octetos ocupados por una primera dirección de cada bloque de memoria es de 8B. Por lo tanto, si un tamaño de una memoria asignada a la CLAT es de 4K, una cantidad máxima de entradas en cada CLAT es de  $4K/8=512$ . Cuando las entradas en una CLAT no son suficientes, es necesario generar una CLAT de múltiples niveles para almacenar una primera dirección de un bloque de memoria.

5 Es decir, la CLAT puede ser una CLAT de un solo nivel o una CLAT de múltiples niveles. La CLAT de múltiples niveles incluye N niveles de CLAT, donde  $N \geq 2$  y N es un número entero. Cada nivel de CLAT incluye múltiples entradas. Cada entrada en el nivel n-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una dirección del nivel (n+1)-ésimo de CLAT, donde  $2 \leq n < n+1 < N$  y n es un número entero. Cada entrada en el nivel N-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una primera dirección de uno de los bloques de memoria.

Tal y como se muestra en la FIG. 6, en la CLAT de un solo nivel, cada entrada de la CLAT corresponde a un bloque de memoria.

10 Tal y como se muestra en la FIG. 7, en la CLAT de múltiples niveles, utilizando una CLAT de dos niveles como ejemplo, una entrada en el primer nivel de CLAT corresponde a múltiples entradas en el segundo nivel de CLAT, y una entrada en el segundo nivel de CLAT corresponde a un bloque de memoria.

15 Por lo tanto, la BAT puede incluir además un tamaño de una entrada de CLAT (un tamaño de un bloque de memoria asignado a la CLAT), el tamaño del bloque de memoria, una cantidad de niveles de la CLAT y similares.

20 El módulo de envío 613 está configurado para enviar al dispositivo PCIE una dirección de la BAT y un número de función correspondiente a la máquina virtual, donde el dispositivo PCIE está configurado para: registrar una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función, y obtener, a partir de la máquina virtual, información de funcionamiento de un servicio de acuerdo con la correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función.

25 La dirección de la BAT puede ser una primera dirección de la BAT. El número de función es un número de función de una PF o VF correspondiente a la máquina virtual. El número de función de la PF o la VF correspondiente a la máquina virtual puede ser especificado por la máquina virtual o por un VMM.

Además, la máquina virtual 610 puede incluir un módulo de recepción 614.

30 El módulo de recepción 614 está configurado para recibir un mensaje de solicitud que se utiliza para obtener información de funcionamiento de un servicio a procesar y que es enviado por el dispositivo PCIE, donde el mensaje de solicitud incluye la dirección de la BAT, un tipo de servicio del servicio a procesar y un número de servicio del servicio a procesar.

35 El módulo de envío 613 está configurado además para enviar, al dispositivo PCIE de acuerdo con el mensaje de solicitud, información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente al servicio a procesar.

En esta forma de realización, el módulo de envío 613 puede estar configurado específicamente para:

40 obtener la BAT correspondiente a la dirección de la BAT; determinar, de acuerdo con el tipo de servicio del servicio a procesar y la BAT, una dirección base de entrada de CLAT correspondiente al tipo de servicio; determinar un desplazamiento de entrada de acuerdo con el número de servicio del servicio a procesar; obtener, de acuerdo con la dirección base de entrada de CLAT y el desplazamiento de entrada, una entrada de CLAT correspondiente al servicio a procesar; y enviar, al dispositivo PCIE, información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente a la entrada de CLAT que se corresponde con el servicio a procesar.

50 Además, la máquina virtual 610 escribe, en una memoria caché del dispositivo PCIE, la información de funcionamiento en el bloque de memoria, y el dispositivo PCIE lee, de la memoria caché, la información de funcionamiento en el bloque de memoria, mejorándose así la eficacia de la lectura de datos y aumentando, además, la velocidad de procesamiento de servicio.

55 Además, cuando se envía la entrada de BAT y de CLAT al dispositivo PCIE, la máquina virtual 610 puede escribir la entrada de BAT y de CLAT en la memoria caché del dispositivo PCIE para su uso posterior por parte del dispositivo PCIE.

Además, los tamaños de múltiples bloques de memoria asignados al servicio a procesar son idénticos.

El módulo de envío puede estar configurado específicamente para:

60 cuando la CLAT es una CLAT de un solo nivel, multiplicar el número de servicio del servicio a procesar por un tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, y dividir el resultado de la multiplicación por el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar, para obtener un cociente y un resto para la CLAT de un solo nivel, donde cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es mayor que 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel, o cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es igual a 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel menos 1; o

cuando la CLAT es una CLAT de múltiples niveles, donde el desplazamiento de entrada incluye un desplazamiento de entrada de cada nivel de CLAT, calcular un desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT de la siguiente manera:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\text{Número de servicio} \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } x = 1 \\ \frac{\text{Resto para el nivel } (x-1)\text{-ésimo de CLAT} \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } N \geq x \geq 2 \end{array} \right.$$

donde cuando un resto para el nivel x-ésimo de CLAT es mayor que 0, el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel x-ésimo de CLAT; o cuando un resto para el nivel x-ésimo de CLAT es igual a 0, el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel x-ésimo de CLAT menos 1, donde A es el tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, B es el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar, y C es la cantidad de entradas en el nivel N-ésimo de CLAT.

Cuando el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es 0, indica que una entrada correspondiente es la primera entrada en el nivel x-ésimo de CLAT, cuando el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es 1, indica que una entrada correspondiente es la segunda entrada en el nivel x-ésimo de CLAT, y así sucesivamente.

Cabe señalar que un resto para el nivel N-ésimo de CLAT (es decir, el último nivel de CLAT) se utiliza para indicar la información de funcionamiento, correspondiente al número de servicio, en un bloque de memoria determinado. Cuando el resto para el nivel N-ésimo de CLAT es igual a 0, la información de funcionamiento correspondiente al número de servicio es el último elemento de información de funcionamiento en el bloque de memoria determinado. Cuando el resto para el nivel N-ésimo de CLAT es mayor que 0, la información de funcionamiento correspondiente al número de servicio es el elemento m-ésimo de información de funcionamiento en el bloque de memoria determinado, y m es igual al resto para el nivel N-ésimo de CLAT.

En cuanto a un ejemplo específico, se hace referencia a la etapa 406 en la forma de realización 4. Descripciones detalladas se omiten en el presente documento.

En esta forma de realización de la presente invención, una máquina virtual asigna una memoria a al menos un servicio ubicado en un dispositivo PCIE, genera una BAT y una CLAT de acuerdo con la memoria asignada a cada servicio, y envía una dirección de la BAT y un número de función al dispositivo PCIE, por lo que el dispositivo PCIE puede registrar una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función. Durante el procesamiento de servicios, el dispositivo PCIE obtiene, a partir de la máquina virtual, información de funcionamiento de un servicio de acuerdo con la correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función. Esto es fácil de realizar y requiere menos tiempo. Durante la migración en vivo de una máquina virtual se evitan los problemas causados por la migración de registros, siempre que un bloque de memoria, una BAT y una CLAT se migren directamente a una máquina física de destino, y que una correspondencia entre un número de función correspondiente a una máquina virtual migrada y una dirección de la BAT en una máquina virtual de un ordenador central físico de origen esté configurada en una VCT en un dispositivo PCIE después de la migración. Esto es simple y fácil de implementar, aumenta en gran medida la velocidad de migración en vivo de una máquina virtual y reduce el tiempo de inactividad.

Forma de realización 7

Esta forma de realización de la presente invención proporciona un adaptador PCIE, que se aplica con el procedimiento proporcionado en la forma de realización 2. Haciendo referencia a la FIG. 10, el dispositivo de PCIE 71 está conectado a un ordenador central físico 72, y al menos una máquina virtual 720 se ejecuta en el ordenador central físico 72. El dispositivo PCIE es un dispositivo de hardware que satisface la norma de virtualización I/O de una sola raíz, SR-IOV. El dispositivo PCIE 71 tiene al menos una función física PF 711 y al menos una función virtual VF 712, y un número de función único se configura para cada PF 711 y cada VF 712 por separado. Cada máquina virtual 720 incluye una tabla de direcciones base, BAT, y la BAT es generada por una máquina virtual, a la que pertenece la BAT, según una memoria asignada a al menos un servicio ubicado en el dispositivo PCIE. La memoria asignada a cada servicio incluye múltiples bloques de memoria, cada uno de los múltiples bloques de memoria se utiliza para guardar información de funcionamiento de un servicio correspondiente, y cada bloque de memoria es una sección de espacio de memoria en la que las direcciones físicas de invitado son consecutivas. La BAT incluye una dirección base de entrada de CLAT correspondiente a cada servicio, y una CLAT incluye una primera dirección de cada bloque de memoria. El dispositivo PCIE 71 incluye además:

un módulo de recepción 713, configurado para recibir una dirección de la tabla de direcciones base, BAT, en cada máquina virtual y un número de función correspondiente a cada máquina virtual; y

un módulo de generación 714, configurado para guardar una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función en una tabla de configuración de máquina virtual, VCT, de modo que la VCT incluye la correspondencia entre el número de función y la dirección de la BAT.

5 En esta forma de realización de la presente invención, un dispositivo PCIE recibe una dirección de una BAT y un número de función, y guarda una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función en una tabla de configuración de máquina virtual, VCT. Durante el procesamiento de servicios, el dispositivo PCIE obtiene, a partir de una máquina virtual, información de funcionamiento de un servicio de acuerdo con la correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función. Esto es fácil de realizar y requiere menos tiempo. Durante la migración en vivo de una máquina virtual se evitan los problemas causados por la migración de registros, siempre que un bloque de memoria, una BAT y una CLAT se migren directamente a un ordenador central físico de destino, y que una correspondencia entre un número de función correspondiente a una máquina virtual migrada y una dirección de la BAT en una máquina virtual de un ordenador central físico de origen esté configurada en una VCT en un dispositivo PCIE después de la migración. Esto es simple y fácil de implementar, aumenta en gran medida la velocidad de migración en vivo de una máquina virtual y reduce el tiempo de inactividad.

#### Forma de realización 8

20 Esta forma de realización de la presente invención proporciona un adaptador PCIE, que se aplica con el procedimiento proporcionado en la forma de realización 4. Haciendo referencia a la FIG. 11, el dispositivo PCIE 81 está conectado a un ordenador central físico 82, y al menos una máquina virtual 820 se ejecuta en el ordenador central físico 82. El dispositivo PCIE es un dispositivo de hardware que satisface la norma de virtualización I/O de una sola raíz, SR-IOV. El dispositivo PCIE 81 tiene al menos una función física, PF 811 y al menos una función virtual, VF 812, y un número de función único se configura para cada PF 811 y cada VF 812 por separado. Cada máquina virtual 820 incluye una tabla de direcciones base, BAT, y la BAT es generada por una máquina virtual, a la que pertenece la BAT, según una memoria asignada a al menos un servicio ubicado en el dispositivo PCIE. La memoria asignada a cada servicio incluye múltiples bloques de memoria, cada uno de los múltiples bloques de memoria se utiliza para guardar información de funcionamiento de un servicio correspondiente, y cada bloque de memoria es una sección de espacio de memoria en la que direcciones físicas de invitado son consecutivas. La BAT incluye una dirección base de entrada de CLAT correspondiente a cada servicio, y la CLAT incluye una primera dirección de cada bloque de memoria. El dispositivo PCIE 81 incluye además:

35 un módulo de recepción 813, configurado para recibir una dirección de la tabla de direcciones base, BAT, en cada máquina virtual y un número de función correspondiente a cada máquina virtual; y  
un módulo de generación 814, configurado para guardar una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función en una tabla de configuración de máquina virtual, VCT, de modo que la VCT incluye la correspondencia entre el número de función y la dirección de la BAT.

40 La VCT se guarda en el dispositivo PCIE (por ejemplo, un adaptador de red), y la BAT y la CLAT se guardan en la máquina virtual. Específicamente, la VCT puede generarse por adelantado, y después de recibir la dirección de la BAT y el número de función, el dispositivo PCIE escribe la dirección de la BAT y el número de función en la VCT. Más específicamente, la VCT puede ser generada por un VMM o la PCIE.

45 Específicamente, la dirección de la BAT puede ser una HPA o una GPA. Si la dirección de la BAT es la GPA, cuando se accede a la dirección, el dispositivo PCIE necesita implementar una conversión de GPA a HPA mediante el uso de VT-D (una tecnología de Intel) o IOMMU (una tecnología de AMD) en una CPU, u otra tecnología que pueda implementar automáticamente la conversión de direcciones de GPA a HPA.

50 Además, el dispositivo PCIE 81 puede incluir además un módulo de determinación 815 y un módulo de obtención 816.

El módulo de determinación 815 está configurado para determinar, de acuerdo con información de servicio de un servicio a procesar y la VCT, una dirección de una BAT correspondiente al servicio a procesar.

55 La información de servicio incluye información de servicio enviada por un lado de ordenador central o información de servicio enviada por un lado de red. La información de servicio enviada por el lado de ordenador central es generalmente datos de servicio. La información de servicio enviada por el lado de red es generalmente un paquete de servicio.

60 El módulo de obtención 816 está configurado para obtener, a partir de una memoria correspondiente al servicio a procesar, información de funcionamiento del servicio a procesar de acuerdo con la dirección de la BAT correspondiente al servicio a procesar, un tipo de servicio del servicio a procesar y un número de servicio del servicio a procesar.

65 En esta forma de realización de la presente invención, el módulo de recepción 813 puede estar configurado además para recibir la información de servicio enviada por el lado de ordenador central o el lado de red.

El módulo de determinación 815 puede estar configurado específicamente para:

- 5 determinar un número de función correspondiente al servicio a procesar, de acuerdo con una característica de la información de servicio, enviada por el lado de ordenador central, del servicio a procesar o de acuerdo con una interfaz PCIE utilizada cuando se recibe la información de servicio, transmitida por el lado de ordenador central, del servicio a procesar, donde la característica se usa para indicar el número de función correspondiente al servicio a procesar; y
- 10 determinar, de acuerdo con la VCT y el número de función determinado correspondiente al servicio a procesar, la dirección de la BAT correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar.

15 En esta forma de realización, una característica en el paquete de servicio enviado por el lado de red puede ser un campo en el paquete de servicio. Un campo utilizado como una característica en el presente documento puede variar con un tipo de un dispositivo PCIE. Por ejemplo, cuando el dispositivo PCIE es un adaptador de red, una dirección MAC de destino puede usarse como una característica. Es decir, cuando se recibe un paquete de servicios, el adaptador de red puede determinar un número de función correspondiente de acuerdo con la dirección MAC de destino en el paquete de servicio. En un caso en el que el lado de ordenador central envía los datos de servicio, un número de función correspondiente puede determinarse de acuerdo con una interfaz PCIE utilizada cuando se reciben los datos de servicio transmitidos por el lado de ordenador central.

El lado de ordenador central se refiere a un sistema que incluye una CPU, una memoria y un disco duro que son de un ordenador central físico. El lado de red se refiere a un lado de red externa conectado al ordenador central físico.

25 En una manera de implementación de esta forma de realización de la presente invención, el módulo de obtención 816 puede estar configurado específicamente para:

- 30 enviar un mensaje de solicitud a una máquina virtual correspondiente al número de función determinado que se corresponde con el servicio a procesar, donde el mensaje de solicitud incluye la dirección de la BAT correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar, el tipo de servicio del servicio a procesar y el número de servicio del servicio a procesar; y recibir información de funcionamiento, del servicio a procesar, enviada por la máquina virtual correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar, donde la información de funcionamiento del servicio a procesar se obtiene a partir de un bloque de memoria correspondiente al mensaje de solicitud mediante la máquina virtual correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar.

40 El tipo de servicio es un tipo de un servicio correspondiente al paquete de servicio o a los datos de servicio recibidos por el dispositivo PCIE. El servicio correspondiente al paquete de servicio es un servicio transportado en el paquete de servicio. El servicio correspondiente a los datos de servicio es un servicio transportado en un paquete de servicio que se obtiene después de que el dispositivo PCIE procese los datos de servicio.

En otra manera de implementación de esta forma de realización de la presente invención, el módulo de obtención 816 puede estar configurado específicamente para:

- 45 leer, de acuerdo con la dirección de la BAT correspondiente al servicio a procesar, la BAT correspondiente al servicio a procesar; determinar, de acuerdo con el tipo de servicio del servicio a procesar, una dirección base de entrada de CLAT correspondiente al tipo de servicio del servicio a procesar de la BAT correspondiente al servicio a procesar; determinar un desplazamiento de entrada de acuerdo con el número de servicio del servicio a procesar; leer una entrada de CLAT correspondiente al desplazamiento de entrada y la dirección base de entrada de CLAT que se corresponde con el tipo de servicio del servicio a procesar; y leer información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente a la entrada de CLAT.

55 En esta forma de realización de la presente invención, la CLAT es una CLAT de un solo nivel o una CLAT de múltiples niveles. La CLAT de múltiples niveles incluye N niveles de CLAT, donde  $N \geq 2$  y N es un número entero. Cada nivel de CLAT incluye múltiples entradas. Cada entrada en el nivel n-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una dirección del nivel (n+1)-ésimo de CLAT, donde  $2 \leq n < n+1 < N$  y n es un número entero. Cada entrada en el nivel N-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una primera dirección de uno de los bloques de memoria.

60 En esta forma de realización de la presente invención, los tamaños de los múltiples bloques de memoria asignados al servicio a procesar son idénticos.

El módulo de obtención 816 puede estar configurado específicamente para:

- 65 cuando la CLAT es una CLAT de un solo nivel, multiplicar el número de servicio del servicio a procesar por un tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, y dividir el resultado de la multiplicación por el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar, para

obtener un cociente y un resto para la CLAT de un solo nivel, donde cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es mayor que 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel, o cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es igual a 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel menos 1; o

5 cuando la CLAT es una CLAT de múltiples niveles, donde el desplazamiento de entrada incluye un desplazamiento de entrada de cada nivel de CLAT, calcular un desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT de la siguiente manera:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\text{Número de servicio} \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } x = 1 \\ \frac{\text{Resto para el nivel } (x-1)\text{-ésimo de CLAT} \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } N \geq x \geq 2 \end{array} \right.$$

10 donde cuando un resto para el nivel x-ésimo de CLAT es mayor que 0, el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel x-ésimo de CLAT; o cuando un resto para el nivel x-ésimo de CLAT es igual a 0, el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel x-ésimo de CLAT menos 1, donde A es el tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, B es el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar, y C es la cantidad de entradas en el nivel N-ésimo de CLAT.

15 Cuando el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es 0, indica que una entrada correspondiente es la primera entrada en el nivel x-ésimo de CLAT, cuando el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es 1, indica que una entrada correspondiente es la segunda entrada en el nivel x-ésimo de CLAT, y así sucesivamente.

20 Cabe señalar que un resto para el nivel N-ésimo de CLAT (es decir, el último nivel de CLAT) se utiliza para indicar la información de funcionamiento, correspondiente al número de servicio, en un bloque de memoria determinado. Cuando el resto para el nivel N-ésimo de CLAT es igual a 0, la información de funcionamiento correspondiente al número de servicio es el último elemento de información de funcionamiento en el bloque de memoria determinado. Cuando el resto para el nivel N-ésimo de CLAT es mayor que 0, la información de funcionamiento correspondiente al número de servicio es el elemento m-ésimo de información de funcionamiento en el bloque de memoria determinado, y m es igual al resto para el nivel N-ésimo de CLAT.

25 El cálculo del desplazamiento de entrada se describe a continuación por medio de un ejemplo. Por ejemplo, un tamaño de cada memoria utilizada es de 1 KB, un tamaño de un bloque de memoria es de 4 KB, una cantidad de bits en una primera dirección de un bloque de memoria es de 64, y un tamaño de un bloque de memoria asignado a una CLAT es también de 4 KB.

30 En cuanto a un ejemplo específico, se hace referencia a la etapa 406 en la forma de realización 4. Descripciones detalladas se omiten en el presente documento.

35 En esta forma de realización de la presente invención, un dispositivo PCIE recibe una dirección de una BAT y un número de función, y guarda una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función en una tabla de configuración de máquina virtual, VCT. Durante el procesamiento de servicios, el dispositivo PCIE obtiene, a partir de una máquina virtual, información de funcionamiento de un servicio de acuerdo con la correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función. Esto es fácil de realizar y requiere menos tiempo. Durante la migración en vivo de una máquina virtual se evitan los problemas causados por la migración de registros, siempre que un bloque de memoria, una BAT y una CLAT se migren directamente a un ordenador central físico de destino, y que una correspondencia entre un número de función correspondiente a una máquina virtual migrada y una dirección de la BAT en una máquina virtual de un ordenador central físico de origen esté configurada en una VCT en un dispositivo PCIE después de la migración. Esto es simple y fácil de implementar, aumenta en gran medida la velocidad de migración en vivo de una máquina virtual y reduce el tiempo de inactividad.

40 Forma de realización 9

45 Esta forma de realización de la presente invención proporciona un dispositivo de gestión de migración. El dispositivo de gestión de migración está dispuesto en un ordenador central físico de destino y se aplica con el procedimiento proporcionado en la forma de realización 3. Haciendo referencia a la FIG. 12, el dispositivo de gestión de migración incluye:

50 un primer módulo de obtención 901, configurado para obtener una dirección de una tabla de direcciones base, BAT, en una máquina virtual de un ordenador central físico de origen durante una migración en vivo, donde el ordenador central físico de destino y el ordenador central físico de origen están conectados a

diferentes dispositivos de interconexión expres de componentes periféricos, PCIE, el dispositivo PCIE es un dispositivo de hardware que admite la norma de virtualización I/O de una sola raíz, SR-IOV, y el dispositivo PCIE tiene al menos una función física, PF, y al menos una función virtual, VF, donde un número de función único se configura para cada PF y cada VF por separado;

5 un segundo módulo de obtención 902, configurado para obtener un número de función correspondiente a una máquina virtual migrada; y  
 un módulo de configuración 903, configurado para configurar una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función en una tabla de configuración de máquina virtual, VCT, en un dispositivo PCIE conectado al ordenador central físico de destino.

10 En esta forma de realización de la presente invención, durante la migración en vivo de una máquina virtual se evitan los problemas causados por la migración de registros, siempre que un bloque de memoria, una BAT y una CLAT se migren de manera automática y directa a una máquina física de destino durante un proceso de migración, y que una correspondencia entre un número de función correspondiente a una máquina virtual migrada y una dirección de la  
 15 BAT en una máquina virtual de un ordenador central físico de origen esté configurada en una VCT en un dispositivo PCIE después de la migración. Esto es simple y fácil de implementar, aumenta en gran medida la velocidad de migración en vivo de una máquina virtual y reduce el tiempo de inactividad.

20 Debe observarse que cuando la máquina virtual proporcionada en las anteriores formas de realización gestiona una memoria de la máquina virtual, la división de los módulos funcionales anteriores es sólo un ejemplo para la descripción. En una aplicación real, las funciones anteriores pueden implementarse por diferentes módulos funcionales de acuerdo con un requisito, o una función de las mismas puede implementarse por más módulos, o múltiples funciones de las mismas son implementadas por un módulo. Es decir, una estructura interna de un  
 25 dispositivo se divide en diferentes módulos funcionales para implementar todas o algunas de las funciones descritas anteriormente. Además, el ordenador central físico proporcionado en las anteriores formas de realización y las formas de realización del procedimiento para la gestión de una memoria de una máquina virtual pertenecen a una misma idea. En cuanto a un proceso de implementación específico de los mismos, se hace referencia a las formas de realización de procedimiento, y los detalles no se describen de nuevo en el presente documento.

30 Los números de secuencia de las anteriores formas de realización de la presente invención sólo tienen fines ilustrativos y no están destinados a indicar prioridades de las formas de realización.

Un experto en la técnica puede entender que todas o algunas de las etapas de las formas de realización pueden implementarse mediante hardware o un programa que da órdenes a un hardware relacionado. El programa puede estar almacenado en un medio de almacenamiento legible por ordenador. El medio de almacenamiento puede  
 35 incluir: una memoria de solo lectura, un disco magnético, un disco óptico o similar.  
 Las descripciones anteriores son simplemente ejemplos de formas de realización de la presente invención y no pretenden limitar la presente invención.

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para gestionar una memoria de una máquina virtual, en el que la máquina virtual se ejecuta en un ordenador central físico, el ordenador central físico está conectado a un dispositivo de interconexión exprés de componentes periféricos, PCIE, el dispositivo PCIE es un dispositivo de hardware que admite la norma de virtualización I/O de una sola raíz, SR-IOV, y el dispositivo PCIE tiene al menos una función física, PF, y al menos una función virtual, VF, en el que un número de función único se configura para cada PF y cada VF por separado; en el que la máquina virtual ejecuta un servicio usando una VF de la al menos una VF, y la máquina virtual corresponde a un número de función de la VF de la al menos una VF; y el procedimiento comprende:
- asignar, mediante la máquina virtual, una memoria a al menos un servicio ubicado en el dispositivo PCIE, donde la memoria asignada a cada servicio comprende múltiples bloques de memoria, cada uno de los múltiples bloques de memoria se utiliza para guardar información de funcionamiento de un servicio correspondiente, y cada bloque de memoria es una sección de espacio de memoria en la que direcciones físicas de invitado son consecutivas;
- generar, mediante la máquina virtual, una tabla de direcciones base, BAT, y una tabla de direcciones lógicas de chip, CLAT, de acuerdo con la memoria asignada a cada servicio, donde la BAT comprende una dirección base de entrada de CLAT correspondiente a cada servicio, y la CLAT comprende una primera dirección de cada bloque de memoria;
- enviar al dispositivo PCIE, mediante la máquina virtual, una dirección de la BAT y un número de función correspondiente a la máquina virtual, donde una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función correspondiente a la máquina virtual se guarda en una tabla de configuración de máquina virtual, VCT, del dispositivo PCIE conectado al ordenador central físico;
- en el que cuando la máquina virtual se migra desde el ordenador central físico a un ordenador central físico de destino, los bloques de memoria, la BAT y la CLAT se migran a la máquina virtual migrada en el ordenador central físico de destino; y
- en el que después de la migración, una correspondencia entre la dirección de la BAT y un número de función que corresponde a la máquina virtual migrada, y es de una VF en un dispositivo PCIE conectado al ordenador central físico de destino, se configura en una VCT en el dispositivo PCIE conectado al ordenador central físico de destino.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el al menos un servicio comprende un servicio a procesar, y el procedimiento comprende además:
- recibir un mensaje de solicitud que se utiliza para obtener información de funcionamiento del servicio a procesar y que es enviado por el dispositivo PCIE, donde el mensaje de solicitud comprende la dirección de la BAT, un tipo de servicio del servicio a procesar y un número de servicio del servicio a procesar; y
- enviar, al dispositivo PCIE de acuerdo con el mensaje de solicitud, información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente al servicio a procesar.
3. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que el enviar, al dispositivo PCIE de acuerdo con el mensaje de solicitud, información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente al servicio a procesar comprende:
- obtener la BAT correspondiente a la dirección de la BAT;
- determinar, de acuerdo con el tipo de servicio del servicio a procesar y la BAT, una dirección base de entrada de CLAT correspondiente al tipo de servicio;
- determinar un desplazamiento de entrada de acuerdo con el número de servicio del servicio a procesar;
- obtener, de acuerdo con la dirección base de entrada de CLAT y el desplazamiento de entrada, una entrada de CLAT correspondiente al servicio a procesar; y
- enviar, al dispositivo PCIE, información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente a la entrada de CLAT que se corresponde con el servicio a procesar.
4. El procedimiento según la reivindicación 3, en el que
- la CLAT es una CLAT de un solo nivel o una CLAT de múltiples niveles; la CLAT de múltiples niveles comprende N niveles de CLAT, donde  $N \geq 2$  y N es un número entero; cada nivel de CLAT comprende múltiples entradas; cada entrada en el nivel n-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una dirección del nivel (n+1)-ésimo de CLAT, donde  $2 \leq n < n+1 < N$ , y n es un número entero; y cada entrada en el nivel N-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una primera dirección de uno de los bloques de memoria.
5. El procedimiento según la reivindicación 4, en el que los tamaños de los múltiples bloques de memoria asignados al servicio a procesar son idénticos; y
- el determinar un desplazamiento de entrada de acuerdo con el número de servicio del servicio a procesar comprende:
- cuando la CLAT es una CLAT de un solo nivel, multiplicar el número de servicio del servicio a procesar por un

tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, y dividir el resultado de la multiplicación por el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar, para obtener un cociente y un resto para la CLAT de un solo nivel, donde cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es mayor que 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel, o cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es igual a 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel menos 1; o cuando la CLAT es una CLAT de múltiples niveles, donde el desplazamiento de entrada comprende un desplazamiento de entrada de cada nivel de CLAT, calcular un desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT de la siguiente manera:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\text{Número de servicio} \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } x = 1 \\ \frac{\text{Resto para el nivel } (x-1)\text{-ésimo de CLAT} \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } N \geq x \geq 2 \end{array} \right.$$

donde cuando un resto para el nivel x-ésimo de CLAT es mayor que 0, el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel x-ésimo de CLAT; o cuando un resto para el nivel x-ésimo de CLAT es igual a 0, el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel x-ésimo de CLAT menos 1, donde A es el tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, B es el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar y C es la cantidad de entradas en el nivel N-ésimo de CLAT.

6. Un procedimiento para configurar un dispositivo de interconexión expés de componentes periféricos, PCIE, donde el dispositivo PCIE está conectado a un ordenador central físico, al menos una máquina virtual se ejecuta en el ordenador central físico, el dispositivo PCIE es un dispositivo de hardware que admite la norma de virtualización I/O de una sola raíz, SR-IOV, y el dispositivo PCIE tiene al menos una función física, PF, y al menos una función virtual, VF, donde un número de función único se configura para cada PF y cada VF por separado; cada máquina virtual comprende una tabla de direcciones base, BAT, donde la BAT es generada por una máquina virtual, a la que pertenece la BAT, según una memoria asignada a al menos un servicio ubicado en el dispositivo PCIE; la memoria asignada a cada servicio comprende múltiples bloques de memoria, cada uno de los múltiples bloques de memoria se utiliza para guardar información de funcionamiento de un servicio correspondiente, cada bloque de memoria es una sección de espacio de memoria en la que direcciones físicas de invitado son consecutivas; la BAT comprende una dirección base de entrada de tabla de direcciones lógicas de chip, CLAT, correspondiente a cada servicio, y la CLAT comprende una primera dirección de cada bloque de memoria; y el procedimiento comprende:

recibir, mediante el dispositivo PCIE, una dirección de la tabla de direcciones base, BAT, en cada máquina virtual y un número de función correspondiente a cada máquina virtual; guardar una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función en una tabla de configuración de máquina virtual, VCT; y en el que una máquina virtual ejecuta al menos un servicio usando una VF de la al menos una VF, y la máquina virtual corresponde a un número de función de la VF de la al menos una VF; cuando la máquina virtual se migra desde el ordenador central físico a un ordenador central físico de destino, los bloques de memoria, la BAT y la CLAT de la máquina virtual se migran a la máquina virtual migrada en el ordenador central físico de destino; y después de la migración, una correspondencia entre la dirección de la BAT de la máquina virtual y un número de función que corresponde a la máquina virtual migrada, y es de una VF en un dispositivo PCIE conectado al ordenador central físico de destino, se configura en una VCT en el dispositivo PCIE conectado al ordenador central físico de destino.

7. El procedimiento según la reivindicación 6, en el que el al menos un servicio comprende un servicio a procesar, y el procedimiento comprende además:

determinar, de acuerdo con la información de servicio del servicio a procesar y la VCT, una dirección de una BAT correspondiente al servicio a procesar; y obtener, a partir de una memoria correspondiente al servicio a procesar, información de funcionamiento del servicio a procesar de acuerdo con la dirección de la BAT correspondiente al servicio a procesar, un tipo de servicio del servicio a procesar y un número de servicio del servicio a procesar.

8. El procedimiento según la reivindicación 7, en el que el determinar, de acuerdo con información de servicio del servicio a procesar y la VCT, una dirección de una BAT correspondiente al servicio a procesar comprende:

recibir la información de servicio, enviada por un lado de ordenador central o un lado de red, del servicio a

procesar;

determinar un número de función correspondiente al servicio a procesar, de acuerdo con una característica de la información de servicio, enviada por el lado de ordenador central, del servicio a procesar o de acuerdo con una interfaz PCIE utilizada cuando se recibe la información de servicio, transmitida por el lado de ordenador central, del servicio a procesar, donde la característica se usa para indicar el número de función correspondiente al servicio a procesar; y

determinar, de acuerdo con la VCT y el número de función determinado correspondiente al servicio a procesar, la dirección de la BAT correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar.

9. El procedimiento según la reivindicación 8, en el que el obtener, a partir de una memoria correspondiente al servicio a procesar, información de funcionamiento del servicio a procesar de acuerdo con la dirección de la BAT correspondiente al servicio a procesar, un tipo de servicio del servicio a procesar y un número de servicio del servicio a procesar comprende:

enviar un mensaje de solicitud a una máquina virtual correspondiente al número de función determinado que se corresponde con el servicio a procesar, donde el mensaje de solicitud comprende la dirección de la BAT correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar, el tipo de servicio del servicio a procesar y el número de servicio del servicio a procesar; y

recibir información de funcionamiento, del servicio a procesar, enviada por la máquina virtual correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar, donde la información de funcionamiento del servicio a procesar se obtiene a partir de un bloque de memoria correspondiente al mensaje de solicitud mediante la máquina virtual correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar.

10. El procedimiento según la reivindicación 7 u 8, en el que el obtener, a partir de una memoria correspondiente al servicio a procesar, información de funcionamiento del servicio a procesar de acuerdo con la dirección de la BAT correspondiente al servicio a procesar, un tipo de servicio del servicio a procesar y un número de servicio del servicio a procesar comprende:

leer, de acuerdo con la dirección de la BAT correspondiente al servicio a procesar, la BAT correspondiente al servicio a procesar;

determinar, de acuerdo con el tipo de servicio del servicio a procesar, una dirección base de entrada de CLAT correspondiente al tipo de servicio del servicio a procesar de la BAT correspondiente al servicio a procesar;

determinar un desplazamiento de entrada de acuerdo con el número de servicio del servicio a procesar;

leer una entrada de CLAT correspondiente al desplazamiento de entrada y la dirección base de entrada de CLAT que se corresponde con el tipo de servicio del servicio a procesar; y

leer información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente a la entrada de CLAT.

11. El procedimiento según la reivindicación 10, en el que la CLAT es una CLAT de un solo nivel o una CLAT de múltiples niveles; la CLAT de múltiples niveles comprende N niveles de CLAT, donde  $N \geq 2$  y N es un número entero; cada nivel de CLAT comprende múltiples entradas; cada entrada en el nivel n-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una dirección del nivel (n+1)-ésimo de CLAT, donde  $2 \leq n < n+1 < N$ , y n es un número entero; y cada entrada en el nivel N-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una primera dirección de uno de los bloques de memoria.

12. El procedimiento según la reivindicación 11, en el que los tamaños de los múltiples bloques de memoria asignados al servicio a procesar son idénticos; y el determinar un desplazamiento de entrada de acuerdo con el número de servicio del servicio a procesar comprende:

cuando la CLAT es una CLAT de un solo nivel, multiplicar el número de servicio del servicio a procesar por un tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, y dividir el resultado de la multiplicación por el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar, para obtener un cociente y un resto para la CLAT de un solo nivel, donde cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es mayor que 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel, o cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es igual a 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel menos 1; o

cuando la CLAT es una CLAT de múltiples niveles, donde el desplazamiento de entrada comprende un desplazamiento de entrada de cada nivel de CLAT, calcular un desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT de la siguiente manera:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\text{Número de servicio } \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } x = 1 \\ \frac{\text{Resto para el nivel } (x-1)\text{-ésimo de CLAT } \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } N \geq x \geq 2 \end{array} \right.$$

donde cuando un resto para el nivel  $x$ -ésimo de CLAT es mayor que 0, el desplazamiento de entrada del nivel  $x$ -ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel  $x$ -ésimo de CLAT; o cuando un resto para el nivel  $x$ -ésimo de CLAT es igual a 0, el desplazamiento de entrada del nivel  $x$ -ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel  $x$ -ésimo de CLAT menos 1, donde  $A$  es el tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar,  $B$  es el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar y  $C$  es la cantidad de entradas en el nivel  $N$ -ésimo de CLAT.

5 13. Un ordenador central físico, en el que una máquina virtual se ejecuta en el ordenador central físico, el ordenador central físico está conectado a un dispositivo de interconexión exprés de componentes periféricos, PCIE, el dispositivo PCIE es un dispositivo de hardware que admite la norma de virtualización I/O de una sola raíz, SR-IOV, y el dispositivo PCIE tiene al menos una función física, PF, y al menos una función virtual, VF, en el que un número de función único se configura para cada PF y cada VF por separado; en el que la máquina virtual ejecuta un servicio usando una VF de la al menos una VF, y la máquina virtual corresponde a un número de función de la VF de la al menos una VF; y la máquina virtual comprende:

20 un módulo de asignación, configurado para asignar una memoria a al menos un servicio ubicado en el dispositivo PCIE, donde la memoria asignada a cada servicio comprende múltiples bloques de memoria, cada uno de los múltiples bloques de memoria se utiliza para guardar información de funcionamiento de un servicio correspondiente, y cada bloque de memoria es una sección de espacio de memoria en la que direcciones físicas de invitado son consecutivas;

25 un módulo de generación de entradas, configurado para generar una tabla de direcciones base, BAT, y una tabla de direcciones lógicas de chip, CLAT, de acuerdo con la memoria asignada a cada servicio, donde la BAT comprende una dirección base de entrada de CLAT correspondiente a cada servicio, y la CLAT comprende una primera dirección de cada bloque de memoria; y

30 un módulo de envío, configurado para enviar al dispositivo PCIE una dirección de la BAT y un número de función correspondiente a la máquina virtual, en el que una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función correspondiente a la máquina virtual se guarda en una tabla de configuración de máquina virtual, VCT, del dispositivo PCIE conectado al ordenador central físico;

35 en el que cuando la máquina virtual se migra desde el ordenador central físico a un ordenador central físico de destino, los bloques de memoria, la BAT y la CLAT se migran a la máquina virtual migrada en el ordenador central físico de destino; y

en el que después de la migración, una correspondencia entre la dirección de la BAT y un número de función que corresponde a la máquina virtual migrada, y es de una VF en un dispositivo PCIE conectado al ordenador central físico de destino, se configura en una VCT en el dispositivo PCIE conectado al ordenador central físico de destino.

40 14. El ordenador central físico según la reivindicación 13, en el que el al menos un servicio comprende un servicio a procesar, y la máquina virtual comprende además:

45 un módulo de recepción, configurado para recibir un mensaje de solicitud que se utiliza para obtener información de funcionamiento del servicio a procesar y que es enviado por el dispositivo PCIE, donde el mensaje de solicitud comprende la dirección de la BAT, un tipo de servicio del servicio a procesar y un número de servicio del servicio a procesar; y

el módulo de envío está configurado además para enviar, al dispositivo PCIE de acuerdo con el mensaje de solicitud, información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente al servicio a procesar.

50 15. El ordenador central físico según la reivindicación 14, en el que el módulo de envío está configurado específicamente para:

55 obtener la BAT correspondiente a la dirección de la BAT; determinar, de acuerdo con el tipo de servicio del servicio a procesar y la BAT, una dirección base de entrada de CLAT correspondiente al tipo de servicio; determinar un desplazamiento de entrada de acuerdo con el número de servicio del servicio a procesar; obtener, de acuerdo con la dirección base de entrada de CLAT y el desplazamiento de entrada, una entrada de CLAT correspondiente al servicio a procesar; y enviar, al dispositivo PCIE, información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente a la entrada de CLAT que se corresponde con el servicio a procesar.

16. El ordenador central físico según la reivindicación 15, en el que la CLAT es una CLAT de un solo nivel o una CLAT de múltiples niveles; la CLAT de múltiples niveles comprende N niveles de CLAT, donde  $N \geq 2$  y N es un número entero; cada nivel de CLAT comprende múltiples entradas; cada entrada en el nivel n-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una dirección del nivel (n+1)-ésimo de CLAT, donde  $2 \leq n < n+1 < N$ , y n es un número entero; y cada entrada en el nivel N-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una primera dirección de uno de los bloques de memoria.

17. El ordenador central físico según la reivindicación 16, en el que los tamaños de los múltiples bloques de memoria asignados al servicio a procesar son idénticos; y el módulo de envío está configurado específicamente para:

cuando la CLAT es una CLAT de un solo nivel, multiplicar el número de servicio del servicio a procesar por un tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, y dividir el resultado de la multiplicación por el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar, para obtener un cociente y un resto para la CLAT de un solo nivel, donde cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es mayor que 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel, o cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es igual a 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel menos 1; o cuando la CLAT es una CLAT de múltiples niveles, donde el desplazamiento de entrada comprende un desplazamiento de entrada de cada nivel de CLAT, calcular un desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT de la siguiente manera:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\text{Número de servicio} \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } x = 1 \\ \frac{\text{Resto para el nivel } (x-1)\text{-ésimo de CLAT} \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } N \geq x \geq 2 \end{array} \right.$$

donde cuando un resto para el nivel x-ésimo de CLAT es mayor que 0, el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel x-ésimo de CLAT; o cuando un resto para el nivel x-ésimo de CLAT es igual a 0, el desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel x-ésimo de CLAT menos 1, donde A es el tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, B es el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar y C es la cantidad de entradas en el nivel N-ésimo de CLAT.

18. Un dispositivo de interconexión exprés de componentes periféricos, PCIE, donde el dispositivo PCIE está conectado a un ordenador central físico, al menos una máquina virtual se ejecuta en el ordenador central físico, el dispositivo PCIE es un dispositivo de hardware que satisface la norma de virtualización I/O de una sola raíz, SR-IOV, y el dispositivo PCIE tiene al menos una función física, PF, y al menos una función virtual, VF, donde un número de función único se configura para cada PF y cada VF por separado; cada máquina virtual comprende una tabla de direcciones base, BAT, donde la BAT es generada por una máquina virtual, a la que pertenece la BAT, según una memoria asignada a al menos un servicio ubicado en el dispositivo PCIE; la memoria asignada a cada servicio comprende múltiples bloques de memoria, cada uno de los múltiples bloques de memoria se utiliza para guardar información de funcionamiento de un servicio correspondiente, cada bloque de memoria es una sección de espacio de memoria en la que direcciones físicas de invitado son consecutivas; la BAT comprende una dirección base de entrada de tabla de direcciones lógicas de chip, CLAT, correspondiente a cada servicio, y una CLAT comprende una primera dirección de cada bloque de memoria; y el dispositivo PCIE comprende además:

un módulo de recepción, configurado para recibir una dirección de la tabla de direcciones base, BAT, en cada máquina virtual y un número de función correspondiente a cada máquina virtual; un módulo de generación, configurado para guardar una correspondencia entre la dirección de la BAT y el número de función en una tabla de configuración de máquina virtual, VCT; y en el que una máquina virtual ejecuta al menos un servicio usando una VF de la al menos una VF, y la máquina virtual corresponde a un número de función de la VF de la al menos una VF; cuando la máquina virtual se migra desde el ordenador central físico a un ordenador central físico de destino, los bloques de memoria, la BAT y la CLAT de la máquina virtual se migran a la máquina virtual migrada en el ordenador central físico de destino; y después de la migración, una correspondencia entre la dirección de la BAT de la máquina virtual y un número de función que corresponde a la máquina virtual migrada, y es de una VF en un dispositivo PCIE conectado al ordenador central físico de destino, se configura en una VCT en el dispositivo PCIE conectado al ordenador central físico de destino.

19. El dispositivo PCIE según la reivindicación 18, en el que el al menos un servicio comprende un servicio a procesar, y el dispositivo PCIE comprende además:

un módulo de determinación, configurado para determinar, de acuerdo con la información de servicio del servicio a procesar y la VCT, una dirección de una BAT correspondiente al servicio a procesar; y un módulo de obtención, configurado para obtener, a partir de una memoria correspondiente al servicio a procesar, información de funcionamiento del servicio a procesar de acuerdo con la dirección de la BAT correspondiente al servicio a procesar, un tipo de servicio del servicio a procesar y un número de servicio del servicio a procesar.

20. El dispositivo PCIE según la reivindicación 19, en el que:  
el módulo de recepción está configurado además para recibir la información de servicio, enviada por un lado de ordenador central o un lado de red, del servicio a procesar; y  
el módulo de determinación está configurado específicamente para:

determinar un número de función correspondiente al servicio a procesar, de acuerdo con una característica de la información de servicio, enviada por el lado de ordenador central, del servicio a procesar o de acuerdo con una interfaz PCIE utilizada cuando se recibe la información de servicio, transmitida por el lado de ordenador central, del servicio a procesar, donde la característica se usa para indicar el número de función correspondiente al servicio a procesar; y  
determinar, de acuerdo con la VCT y el número de función determinado correspondiente al servicio a procesar, la dirección de la BAT correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar.

21. El dispositivo PCIE según la reivindicación 20, en el que el módulo de obtención está configurado específicamente para:

enviar un mensaje de solicitud a una máquina virtual correspondiente al número de función determinado que se corresponde con el servicio a procesar, donde el mensaje de solicitud comprende la dirección de la BAT correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar, el tipo de servicio del servicio a procesar y el número de servicio del servicio a procesar; y recibir información de funcionamiento, del servicio a procesar, enviada por la máquina virtual correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar, donde la información de funcionamiento del servicio a procesar se obtiene a partir de un bloque de memoria correspondiente al mensaje de solicitud mediante la máquina virtual correspondiente al número de función que se corresponde con el servicio a procesar.

22. El dispositivo PCIE según la reivindicación 19 o 20, en el que el módulo de obtención está configurado específicamente para:

leer, de acuerdo con la dirección de la BAT correspondiente al servicio a procesar, la BAT correspondiente al servicio a procesar; determinar, de acuerdo con el tipo de servicio del servicio a procesar, una dirección base de entrada de CLAT correspondiente al tipo de servicio del servicio a procesar de la BAT correspondiente al servicio a procesar; determinar un desplazamiento de entrada de acuerdo con el número de servicio del servicio a procesar; leer una entrada de CLAT correspondiente al desplazamiento de entrada y la dirección base de entrada de CLAT que se corresponde con el tipo de servicio del servicio a procesar; y leer información de funcionamiento en un bloque de memoria correspondiente a la entrada de CLAT.

23. El dispositivo PCIE según la reivindicación 21, en el que la CLAT es una CLAT de un solo nivel o una CLAT de múltiples niveles; la CLAT de múltiples niveles comprende N niveles de CLAT, donde  $N \geq 2$  y N es un número entero; cada nivel de CLAT comprende múltiples entradas; cada entrada en el nivel n-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una dirección del nivel (n+1)-ésimo de CLAT, donde  $2 \leq n < n+1 < N$  y n es un número entero; y cada entrada en el nivel N-ésimo de CLAT se utiliza para indicar una primera dirección de uno de los bloques de memoria.

24. El dispositivo PCIE según la reivindicación 23, en el que los tamaños de los múltiples bloques de memoria asignados al servicio a procesar son idénticos; y  
el módulo de obtención está configurado específicamente para:

cuando la CLAT es una CLAT de un solo nivel, multiplicar el número de servicio del servicio a procesar por un tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar, y dividir el resultado de la multiplicación por el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar, para obtener un cociente y un resto para la CLAT de un solo nivel, donde cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es mayor que 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel, o cuando el resto para la CLAT de un solo nivel es igual a 0, el desplazamiento de entrada es igual al cociente para la CLAT de un solo nivel menos 1; o  
cuando la CLAT es una CLAT de múltiples niveles, donde el desplazamiento de entrada comprende un desplazamiento de entrada de cada nivel de CLAT, calcular un desplazamiento de entrada del nivel x-ésimo de CLAT de la siguiente manera:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\text{Número de servicio } \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } x = 1 \\ \frac{\text{Resto para el nivel } (x-1)\text{-ésimo de CLAT } \times A}{C^{N-x} \times B} = \text{Cociente y resto para el nivel } x\text{-ésimo de CLAT, } N \geq x \geq 2 \end{array} \right.$$

5

donde cuando un resto para el nivel  $x$ -ésimo de CLAT es mayor que 0, el desplazamiento de entrada del nivel  $x$ -ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel  $x$ -ésimo de CLAT; o cuando un resto para el nivel  $x$ -ésimo de CLAT es igual a 0, el desplazamiento de entrada del nivel  $x$ -ésimo de CLAT es igual a un cociente para el nivel  $x$ -ésimo de CLAT menos 1, donde  $A$  es el tamaño de una memoria ocupada por la información de funcionamiento del servicio a procesar,  $B$  es el tamaño del bloque de memoria asignado al servicio a procesar y  $C$  es la cantidad de entradas en el nivel  $N$ -ésimo de CLAT.

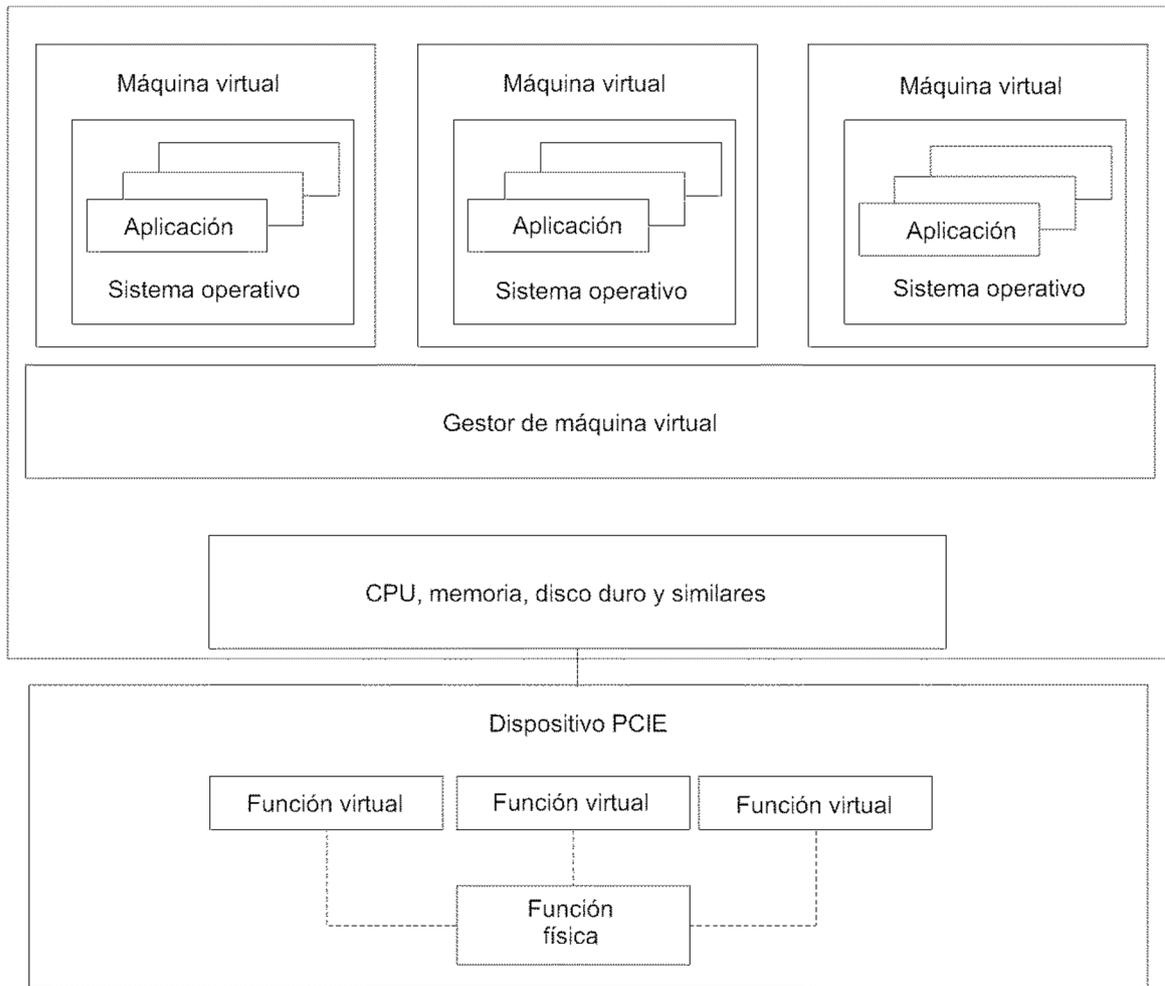


FIG. 1

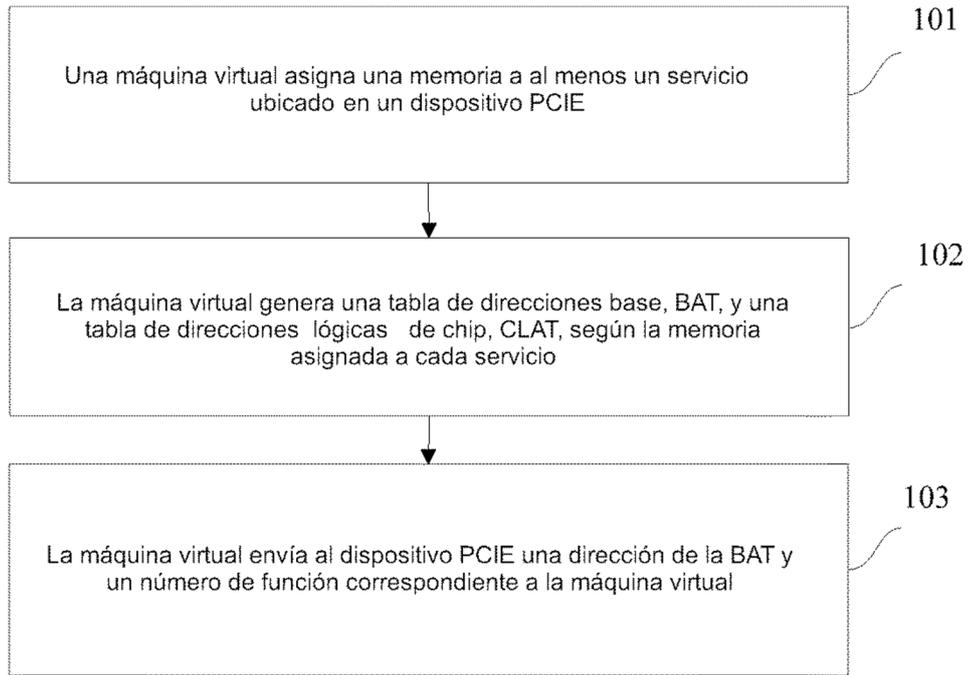


FIG. 2

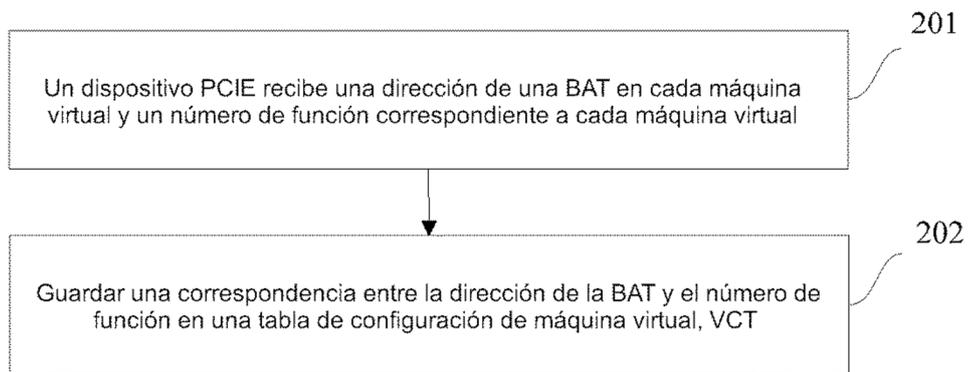


FIG. 3

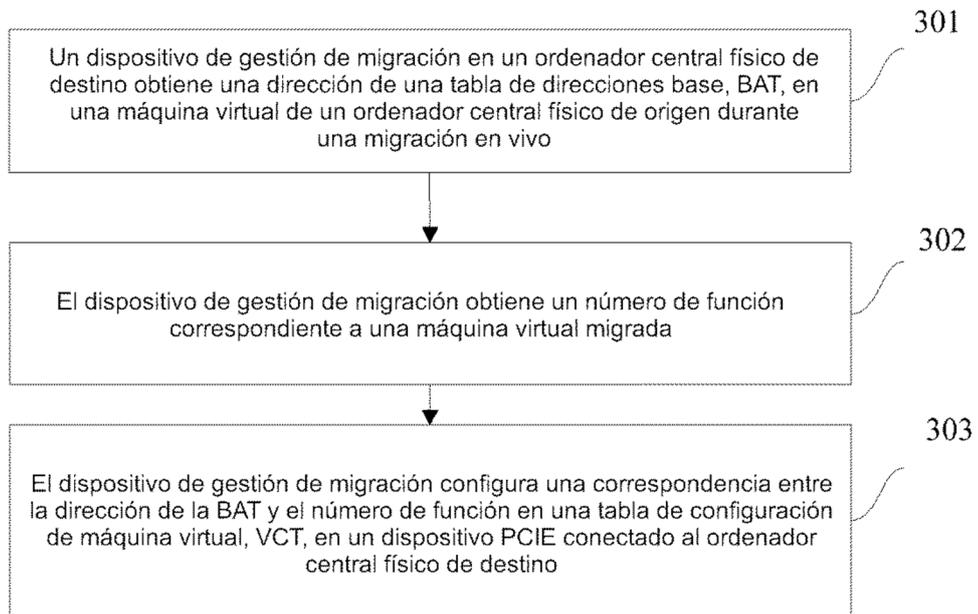


FIG. 4

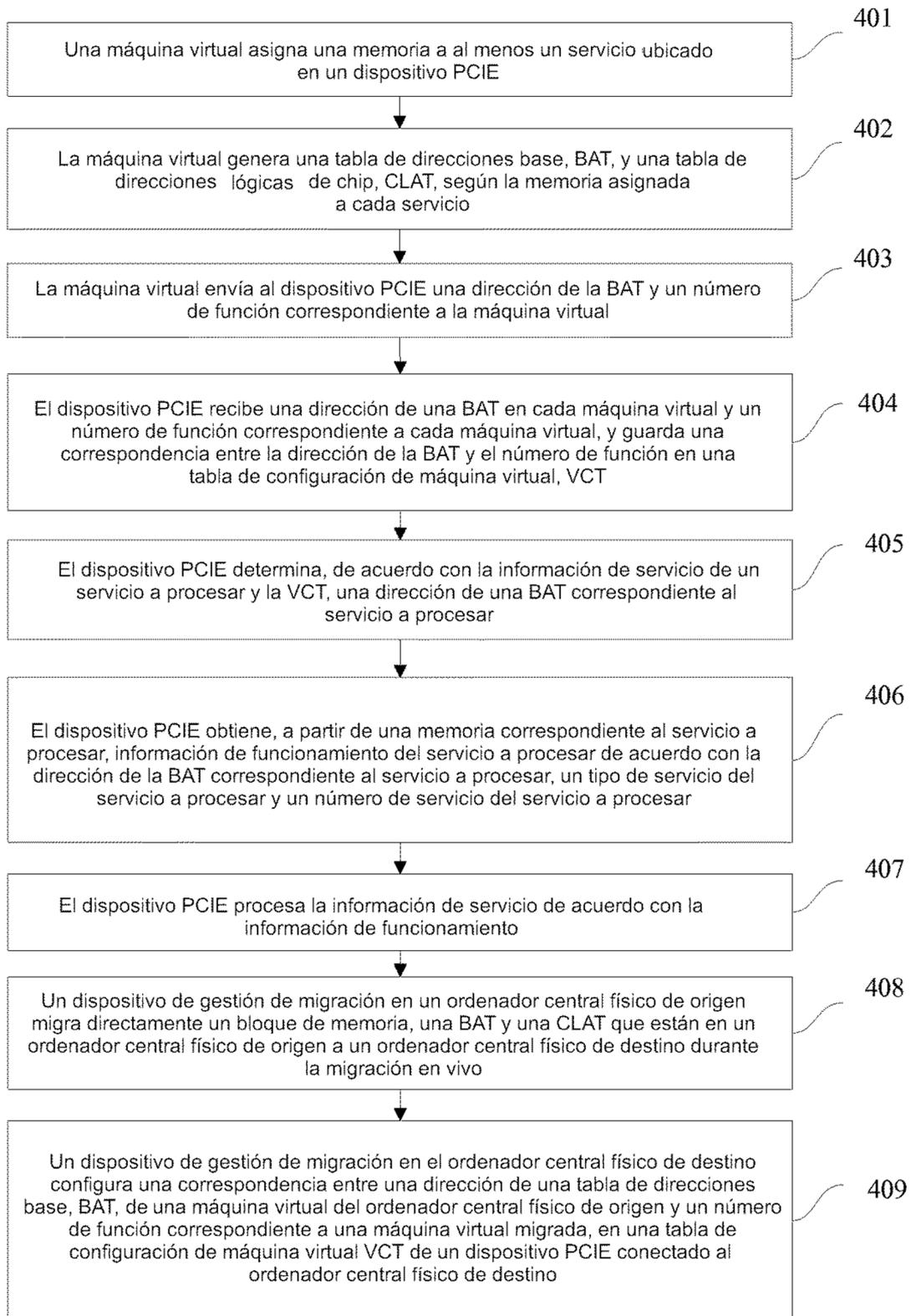


FIG. 5

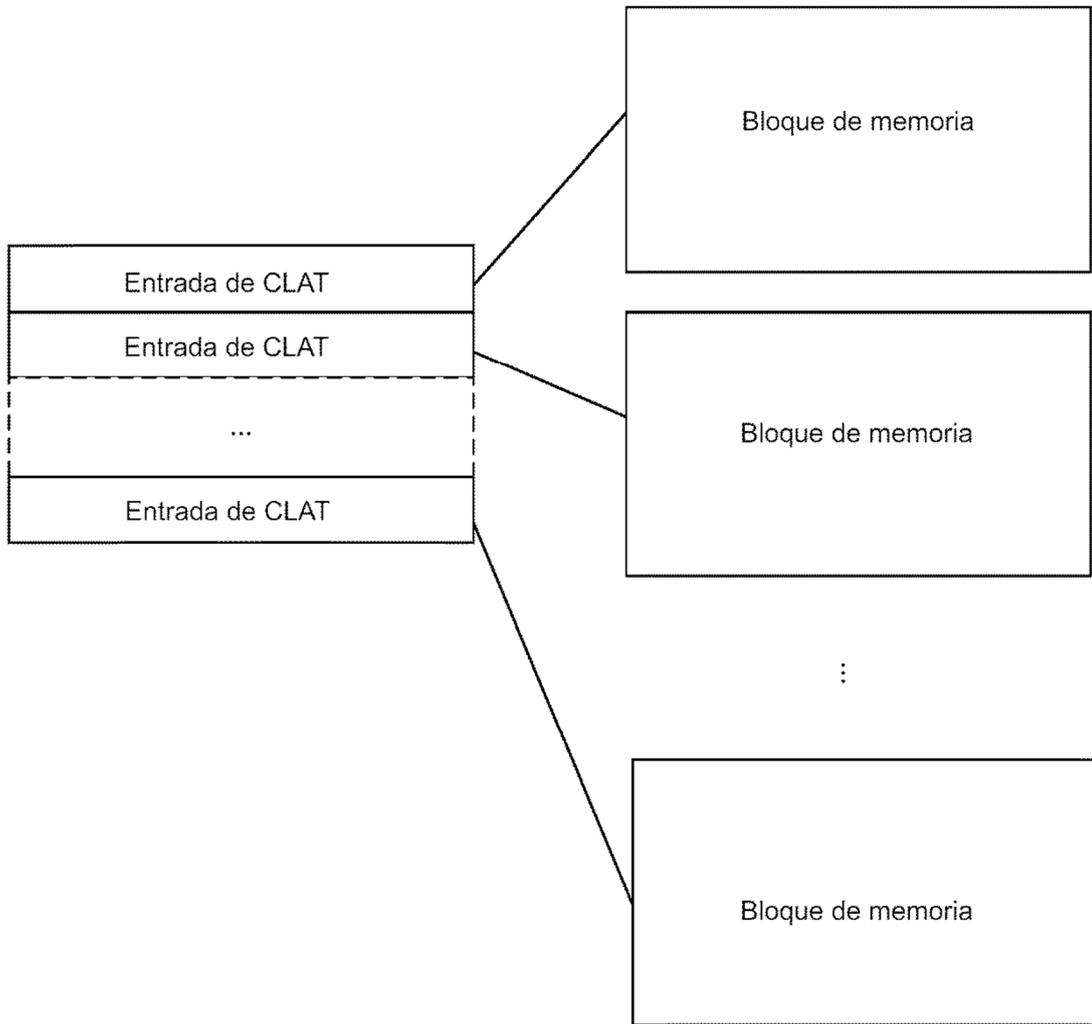


FIG. 6

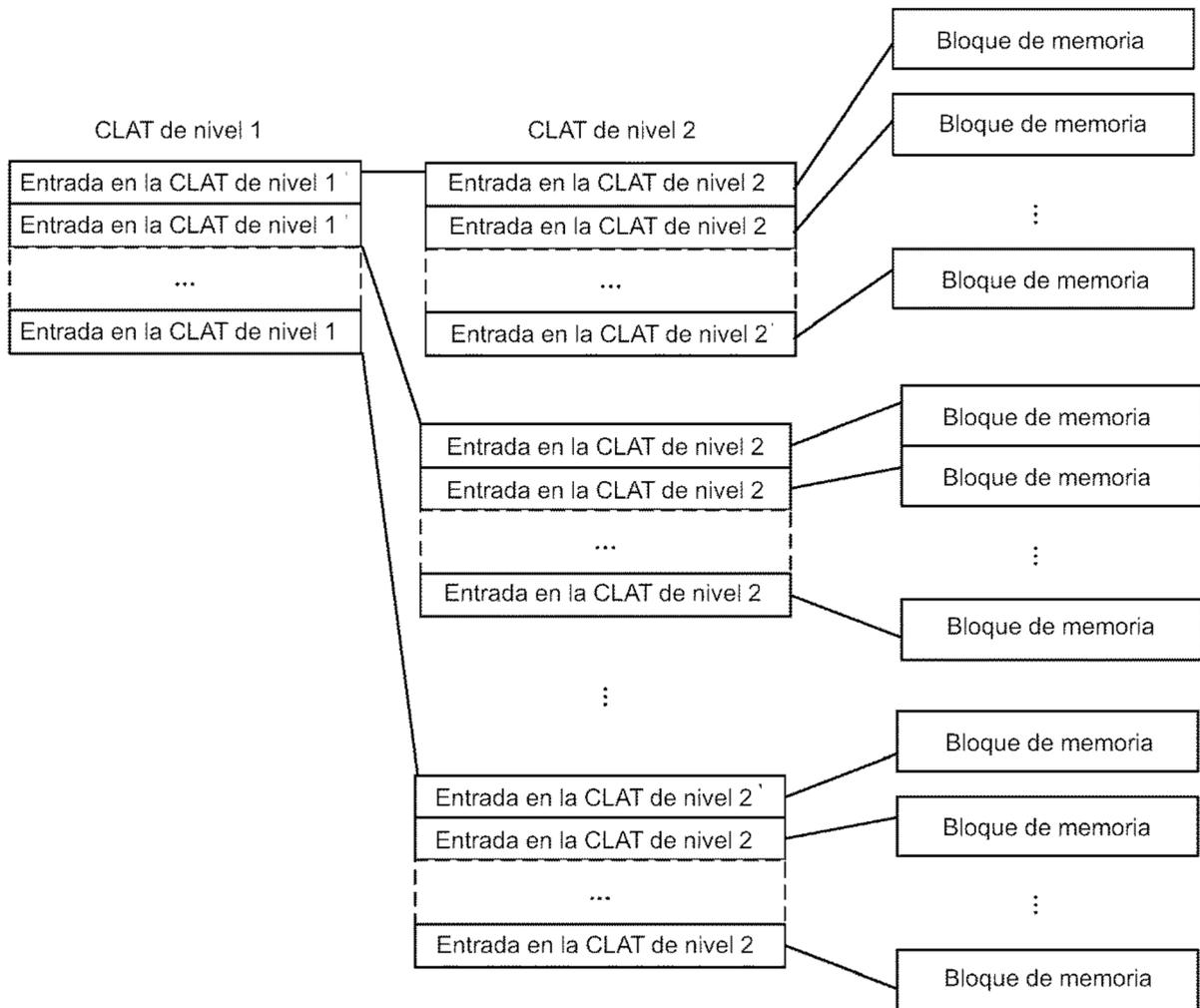


FIG. 7

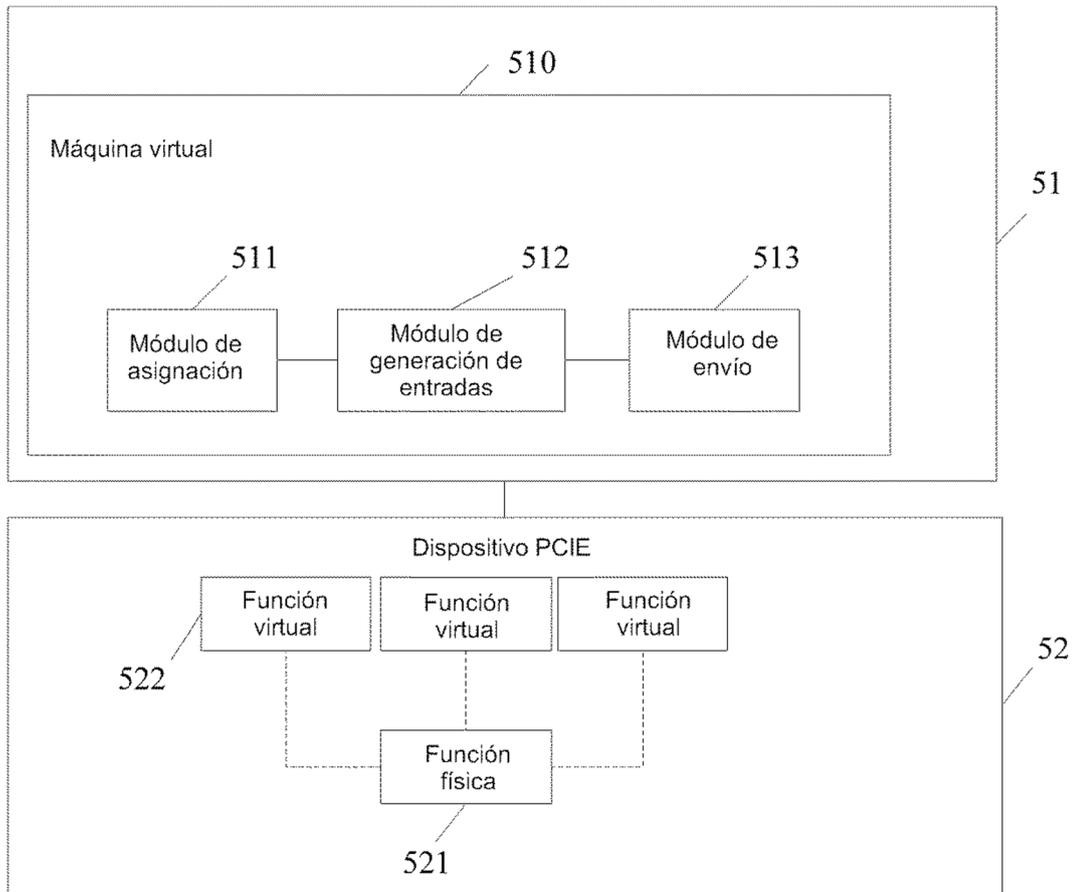


FIG. 8

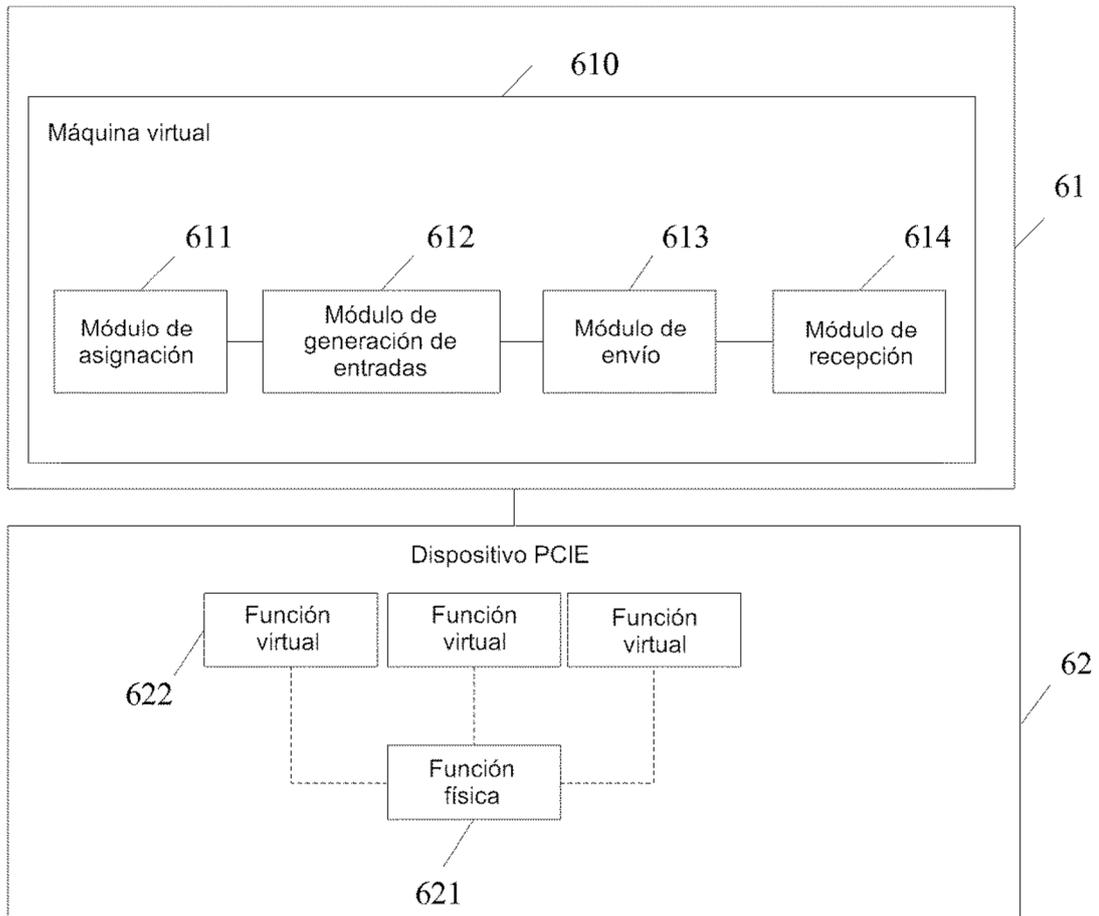


FIG 9

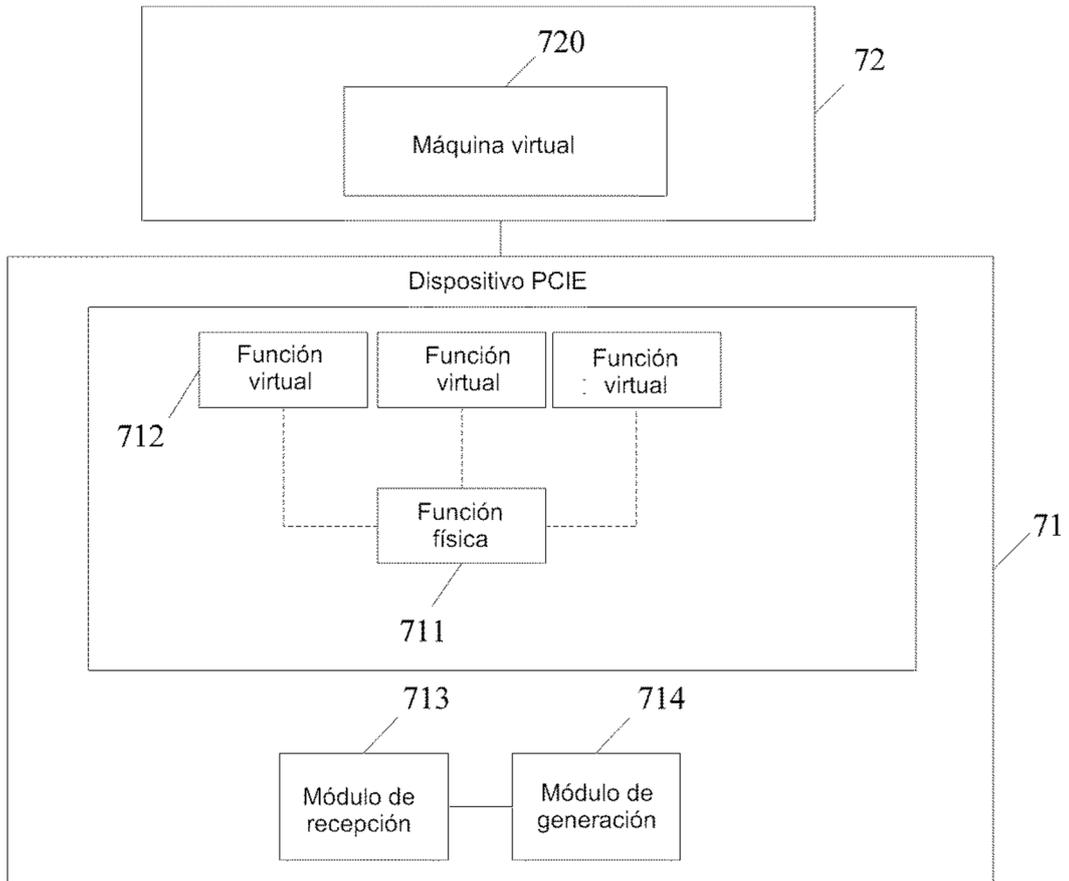


FIG. 10

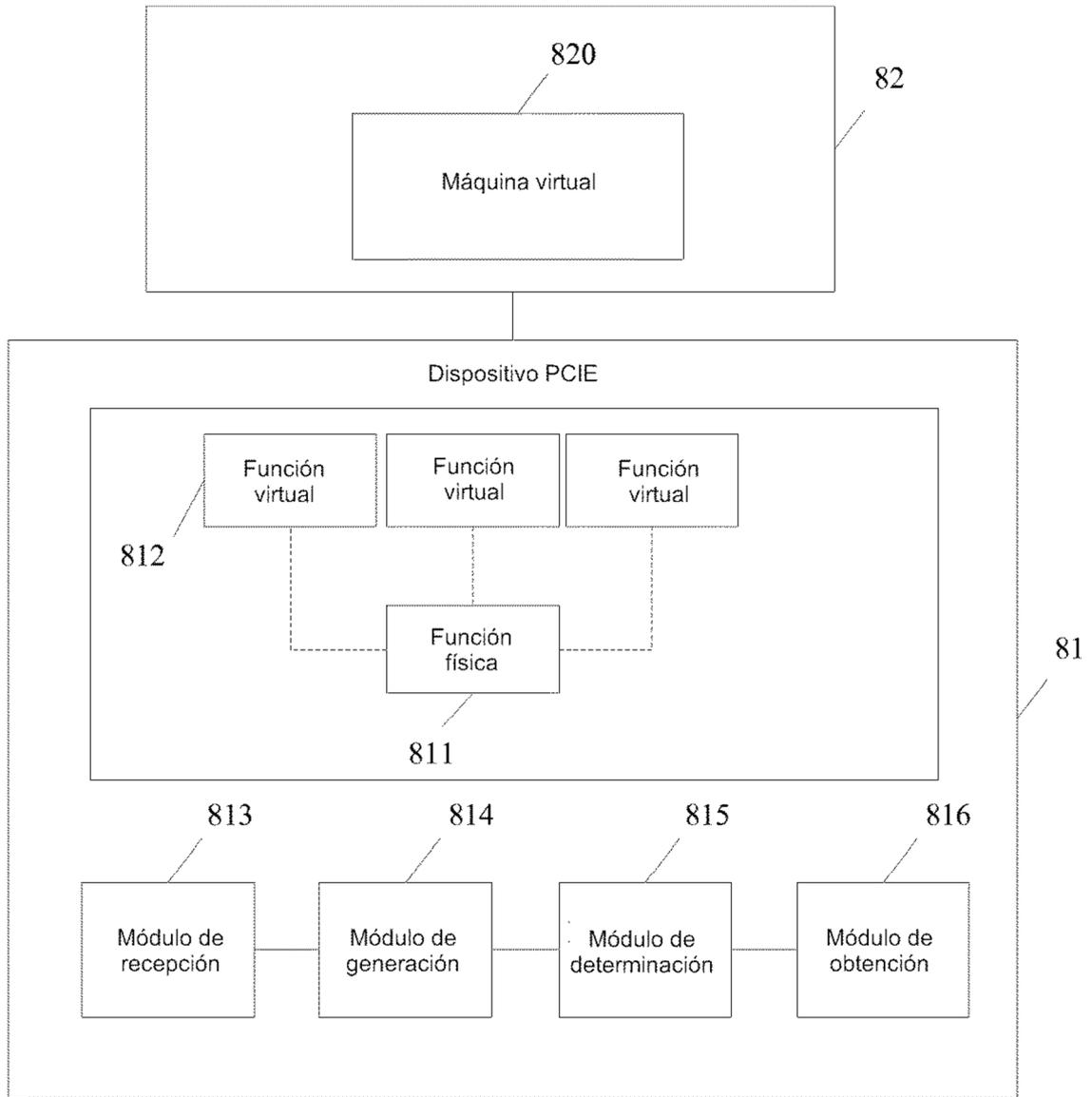


FIG. 11

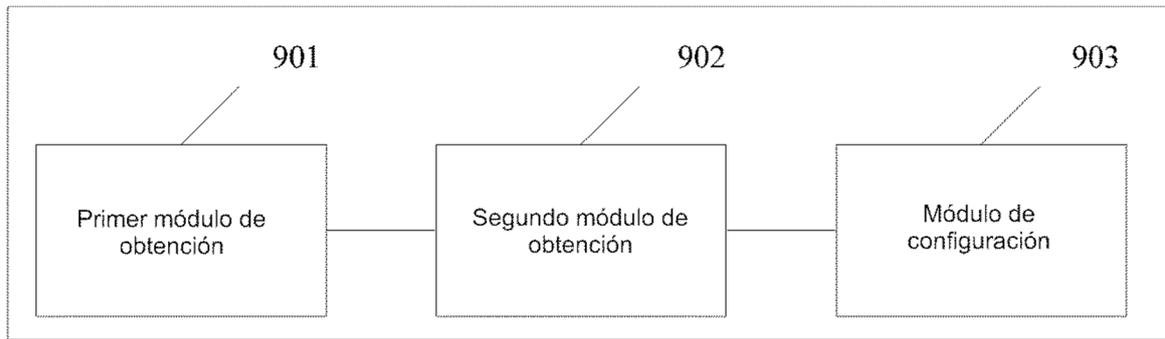


FIG. 12