

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 636**

51 Int. Cl.:

H04L 12/24 (2006.01)

G06F 9/445 (2006.01)

G06F 9/50 (2006.01)

H04L 29/08 (2006.01)

H04L 12/911 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2013 PCT/EP2013/077365**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.07.2014 WO14102134**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2013 E 13814117 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 2939366**

54 Título: **Método implementado por ordenador y sistema para proporcionar un servicio de conexión en red y un producto de programa de ordenador adaptado para realizar el método**

30 Prioridad:

27.12.2012 EP 12382539

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

03.04.2017

73 Titular/es:

TELEFÓNICA, S.A. (100.0%)

Gran Vía, 28

28013 Madrid, ES

72 Inventor/es:

RAMÓN SALGUERO, FRANCISCO JAVIER;

ANDRÉS ARANDA, PEDRO;

TIERNO SEPÚLVEDA, ALFONSO y

LÓPEZ DA SILVA, RAFAEL ALEJANDRO

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 607 636 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).

Método implementado por ordenador y sistema para proporcionar un servicio de conexión en red y un producto de programa de ordenador adaptado para realizar el método

DESCRIPCIÓN

5 **Campo de la técnica**

10 La presente invención se refiere en general, en un primer aspecto, a un método implementado por ordenador para proporcionar un servicio de conexión en red, que comprende asignar funciones de red basadas en software a recursos de hardware, y, más particularmente, a un método en el que dicha asignación se realiza de manera dinámica basándose en varias fuentes de información con respecto a las funciones de red basadas en software, la agrupación de recursos de hardware y algunos requisitos de red.

15 Un segundo aspecto de la invención se refiere a un sistema configurado para implementar el método del primer aspecto.

Un tercer aspecto de la invención se refiere a un producto de programa de ordenador adaptado para realizar el método del primer aspecto.

20 **Estado de la técnica anterior**

25 Los procesadores del estado de la técnica actual tienen suficiente potencia de procesamiento para ejecutar funcionalidades de red basadas en software con demandas de alto rendimiento. Para cumplir estas demandas de rendimiento, las implementaciones de software (SW) de funcionalidades de red deben realizar un uso intensivo de las unidades (núcleos) de procesamiento en el procesador, lo que requiere distribuir el procesamiento entre varios subprocesos. Como consecuencia, estos subprocesos necesitan intercambiar enormes cantidades de datos entre sí y estas comunicaciones internas pueden convertirse a menudo en el cuello de botella real de la aplicación. Para realizar estas comunicaciones internas de la manera más eficaz posible, tales aplicaciones de SW requieren asignar el código de manera óptima a las unidades de procesamiento del hardware subyacente para maximizar el número de accesos de caché en comunicaciones entre núcleos, lo que puede acelerar significativamente la comunicación entre los núcleos que manejan las mayores cantidades de datos. Las técnicas actuales de computación y virtualización en red ([1] [2] [3]) no tienen en cuenta estos requisitos específicos de asignación para el software de red y, por tanto, producen un rendimiento inadecuado.

35 Esta asignación de software de red a hardware (HW) al nivel "microscópico" debería integrarse en un enfoque de diseño de red global que, adicionalmente, tiene en cuenta criterios de diseño al nivel "macroscópico" (restricciones de red topológicas y geográficas) así como la diferencia en los requisitos al nivel micro que algunas funcionalidades de control de red pueden tener a diferencia de las requeridas por el plano de datos y otras funcionalidades de control de red muy exigentes y críticas.

40 A continuación, se citan y describen las soluciones de asignación ofrecidas por los antecedentes técnicos/tecnologías existentes más relevantes.

Acceso a memoria y de E/S en sistemas de múltiples núcleos y de múltiples zócalos:

45 En los sistemas informáticos [4] del estado de la técnica, el ancho de banda (BW) para acceder a la memoria implementada en la placa principal es mucho menor que el BW de procesador interno y los accesos a memoria pueden reducir significativamente el rendimiento en trabajos intensivos en memoria (o intensivos en E/S). Por lo tanto, los vendedores de procesadores incluyen una o más capas de memoria de alto BW entre el procesador y la memoria principal, conocida como memoria caché, que acelera significativamente el procesamiento. Normalmente hay dos niveles de memoria caché, una incluida normalmente en la placa de sistema y una en el chip de procesador. La cantidad de memoria caché implementada en la placa de sistema está en el orden de magnitud de megabytes en comparación con los gigabytes de la memoria de sistema. Asimismo, la cantidad de memoria en el chip es significativamente menor que la cantidad de memoria en la placa. Sin embargo, la memoria caché en los procesadores del estado de la técnica es mucho más rápida que la memoria caché en la placa.

60 Con respecto a la ejecución de código, los procesadores del estado de la técnica incluyen un subsistema que tiene en cuenta el efecto de los accesos a memoria e intenta reordenar el código en ejecución de tal manera que se maximicen los accesos de memoria caché. La velocidad de ejecución, y de este modo el rendimiento de sistema, pueden verse afectados de manera muy negativa por la colocación de instrucciones individuales en el programa de código que no pueden manejarse por este subsistema. Por tanto, los compiladores del estado de la técnica incorporan todo este conocimiento y producen un código que garantiza una reducción mínima del rendimiento de procesamiento debida a los accesos a memoria.

Los procesadores acceden a la memoria para buscar código y datos. Es necesario optimizar también el acceso a los datos para realizar el mejor uso de los mecanismos de almacenamiento en caché. La búsqueda de datos que no están en la memoria caché tiene un impacto significativo en el rendimiento de sistema (esta situación se denomina fallo de caché).

5 En sistemas de múltiples núcleos, la funcionalidad de procesamiento se distribuye entre núcleos diferentes. Cada núcleo ejecuta una parte específica del código de manera independiente. La comunicación entre los procesos se implementa por medio de mecanismos de transferencia de mensajes, por ejemplo, colas, que usan zonas de memoria compartidas que requieren accesos continuos.

10 La situación empeora en sistemas de múltiples zócalos, en los que se interconectan varios procesadores de múltiples núcleos. En tales sistemas, todos los núcleos de procesador en todos los zócalos de procesador en la placa tienen acceso a toda la memoria en el sistema. Sin embargo, todos los núcleos en un zócalo tienen solo una conexión directa a un área de memoria específica en la placa, conocida como banco de memoria. Cuando un núcleo necesita acceder a datos ubicados en un banco de memoria conectado a un zócalo diferente, este acceso usa un bus de conexión entre procesadores con un ancho de banda limitado. Tales accesos son más lentos y tienen un impacto extremo en el rendimiento de sistema cuando es necesario manejar enormes cantidades de datos. Esto se aplica también a accesos a tarjetas de E/S, tales como las interfaces de red.

20 *Herramientas de virtualización:*

Virtualización es un término usado para hacer referencia a las técnicas mediante las cuales se hace que una máquina física parezca como máquinas virtuales diferentes para usuarios diferentes, de modo que puede conseguirse una compartición eficaz de recursos de hardware de manera transparente para los usuarios.

25 Los vendedores que ofrecen procesadores con capacidad de virtualización proporcionan características de aceleración de hardware (HW) que ayudan a los entornos de virtualización del estado de la técnica a minimizar su impacto en el rendimiento de sistema. Por ejemplo, Intel ofrece VT-x, VT-d y otras extensiones de virtualización:

- 30
- VT-x proporciona soporte de virtualización para acceso a memoria. Proporciona un rápido acceso a registros de gestión de memoria dentro de la CPU.
 - VT-d proporciona soporte de virtualización específico para acceder a dispositivos de E/S. Permite usar dispositivos periféricos directamente, asignando de nuevo el acceso directo a memoria (DMA) y las interrupciones.
- 35

Las soluciones existentes mencionadas anteriormente tienen los siguientes problemas:

- 40 - Adaptación de código a la arquitectura de placa base:

Tal como se ha tratado anteriormente, el acceso a la memoria y de E/S son factores clave para conseguir los niveles de rendimiento necesarios para aplicaciones de funcionalidad de red de nivel de operador como el enrutamiento, conmutación, NAT, etc. en las que se requiere el procesamiento en tiempo real de cantidades considerables de paquetes que llegan a las interfaces de E/S. Esto implica que los paquetes que llegan a las interfaces de E/S tienen que transferirse a la memoria interna para procesarse y a continuación enviarse de vuelta a las interfaces de E/S de nuevo. Estas aplicaciones de red de nivel de operador difieren de las aplicaciones ordinarias en su necesidad de mover internamente enormes cantidades de datos a la máxima velocidad, incluso aunque el procesamiento a aplicar a estos datos puede ser superficial.

50 Con la evolución de las arquitecturas de procesador, los procesadores pueden ejecutar un número creciente de subprocesos en paralelo. Adicionalmente, se han añadido características a los procesadores que ayudan a optimizar el acceso a la memoria o de E/S. Estas características del sistema al nivel microscópico son especialmente importantes para aplicaciones de alto rendimiento que intercambian muchos datos entre sus procesos/subprocesos, como es el caso de las aplicaciones de funcionalidad de red en general y, particularmente, para funciones de conmutación del plano de datos. Es imprescindible la distribución correcta de los subprocesos/procesos de software entre los núcleos físicos en un procesador y entre los procesadores en un sistema de múltiples zócalos para minimizar la cantidad de datos intercambiados en la interconexión de zócalos y en los buses de E/S. Con una distribución no óptima de los procesos, el rendimiento que este software puede gestionar será considerablemente menor debido a la saturación innecesaria de los buses internos. Por tanto, son obligatorias las directrices para adaptar el código a la arquitectura de la placa base, que describen cómo distribuir los bloques funcionales y cómo conectar las tarjetas de interfaz de E/S en un entorno de múltiples núcleos. Estas directrices se derivan actualmente de pruebas de rendimiento ad-hoc que se ejecutan durante la fase de producción del software. En la mayoría de los casos, esta colocación correcta es el resultado de un proceso de ensayo y error realizado a menudo por el propio productor de la aplicación de red.

- Pérdida de vista detallada del HW introducida por las capas de virtualización:

Aunque, como se ha explicado anteriormente, existen herramientas para que los entornos de virtualización aprovechen las características de aceleración del hardware de procesador, la capa de virtualización oculta detalles tales como el/los núcleo(s) físico(s) específico(s) en el/los que se está ejecutando una aplicación o, incluso, si pertenecen a los mismos o a diferentes procesadores. Tal como ya se ha explicado anteriormente, es necesario que el SW de funcionalidad de red diseñado para entornos de múltiples núcleos se atribuya a recursos de HW con precisión con el fin de optimizar el acceso a áreas de memoria compartidas y minimizar los fallos de caché y la utilización de buses. Por tanto, las optimizaciones definidas durante la fase de producción de SW, especialmente todas las estrategias de distribución de procesos, pueden invalidarse cuando se introduce una capa de virtualización.

En resumen, ninguna de las soluciones existentes proporciona una asignación para el software de red a hardware que cubra los requisitos indicados anteriormente con respecto a los niveles "microscópico" y "macroscópico" (estos términos se describen debidamente a continuación en el sentido en que deben entenderse según la presente invención).

Referencias

- [1] Ian Foster. 20 de julio de 2002. What is the Grid? A Three Point Checklist.
- [2] Sotomayor, B., Keahey, K., Foster, I.: Overhead matters: A model for virtual resource management. En: VTDC 2006: Proceedings of the 2nd International Workshop on Virtualization Technology in Distributed Computing, Washington, DC, EE.UU., pág. 5. IEEE Computer Society, Los Alamitos (2006).
- [3] Zhiming Shen, Sethuraman Subbiah, Xiaohui Gu, y John Wilkes. 2011. CloudScale: elastic resource scaling for multi-tenant cloud systems. In Proceedings of the 2nd ACM Symposium on Cloud Computing (SOCC '11). ACM, Nueva York, NY, EE.UU.
- [4] George Jones: Motherboards & Core-Logic Chipsets: The Deep Stuff, 22 de octubre de 2004.
- [5] http://www.tid.es/es/Documents/N_FV_White_PaperV2.pdf. Network Functions Virtualisation White Paper.
- [6] Marc Grimme, Mark Hlawatschek y Thomas Merz of ATIX, Munich, Alemania. Data sharing with a GFS storage cluster. Julio de 2006.
- [7] Guilherme Piegas Koslovski, Pascale Vicat-Blanc Primetl y Andrea Schwertner Charao. 2008. VXDL: Virtual Resources and Interconnection Networks Description Language.
- [8] Chien, A., Casanova, H., Kee, Y.s., Huang, R.: The Virtual Grid Description Language: vgDL. Technical Report TRO.95, VGrADS Project (2004).
- [9] Ham, J.J. van der (23 de abril de 2010). A semantic model for complex computer networks - the network description language. Universiteit van Amsterdam (164 pag.). Prom./coprom.: prof.dr. P.M.A. Sloot & prof.dr.ir. C.T.A.M. de Laat.

Descripción de la invención

Es necesario ofrecer una alternativa al estado de la técnica que cubra los huecos encontrados en la misma, particularmente en relación con la falta de propuestas que ofrezcan realmente una buena solución para la asignación descrita anteriormente.

Para ello, la presente invención se refiere, en un primer aspecto, a un método implementado por ordenador para proporcionar un servicio de conexión en red, que comprende asignar funciones de red basadas en software (entendidas como funcionalidades, implementadas en software, que un operador de red debe implementar para proporcionar servicios de conexión en red a sus clientes) a recursos de hardware, en el que dichos recursos de hardware están incluidos en una agrupación de recursos de hardware, refiriéndose dicha agrupación a un conjunto de nodos de hardware en el que van a implementarse diferentes funciones de red.

Ejemplos de funciones de red basadas en software son funciones relativas a: BRAS (Servidor de Acceso Remoto de Banda ancha), CGNAT (Traducción de Direcciones de Red de nivel de operador), DHCP (Protocolo de Configuración Dinámica de Host), etc.

A diferencia de las propuestas conocidas, de manera característica, en el método del primer aspecto dicha

asignación se realiza de manera dinámica sobre recursos no atribuidos de dicha agrupación de recursos de hardware y basándose al menos en la siguiente información:

- 5 - restricciones específicas de hardware para soportar cada una de dichas funciones de red basadas en software;
- requisitos de red de al menos un diseño de servicio de conexión en red definido para un servicio que hace uso de dicha agrupación de recursos de hardware y de al menos parte de dichas funciones de red basadas en software; y
- 10 - una descripción de hardware de los recursos de hardware incluidos en la agrupación de recursos de hardware.

Preferiblemente, dicha información específica de restricciones de hardware se proporciona sin tener en cuenta la información acerca de dicha agrupación de recursos de hardware y dicha información de descripción de hardware se proporciona sin tener en cuenta la información acerca de dichas funciones de red basadas en software.

15 Dichas funciones de red basadas en software se implementan, de acuerdo con una realización, mediante dispositivos de software, implementando cada uno al menos una función de red basada en software, y dicha información específica de restricciones de hardware se proporciona por medio de declaraciones del dispositivo de software que incluyen información con respecto a la función o funciones de red implementada(s) y al menos una configuración específica de hardware recomendada para la implementación de la(s) misma(s), en la que dichas declaraciones del dispositivo de software se proporcionan generalmente por los vendedores del dispositivo de software.

25 En una realización del método del primer aspecto de la invención, dichas restricciones de hardware se refieren al menos a requisitos de hardware y al rendimiento esperado para al menos dicha configuración específica de hardware para soportar cada función de red basada en software de cada dispositivo de software.

Se proporcionan ejemplos de la información incluida en dichos requisitos de hardware en una sección posterior.

30 Dicho rendimiento esperado se refiere, de acuerdo con una realización, al menos a uno de, la cantidad máxima de usuarios soportados, el número máximo de dispositivos soportados, el número máximo de puntos de servicio a los que se da servicio y el rendimiento máximo soportado.

35 Con respecto a dichos requisitos de red, se refieren, según una realización, al menos a funciones de red basadas en software que van a implementarse en Puntos de Presencia y una cantidad de clientes a los que hay que dar servicio, y se proporcionan, generalmente, por un Operador de Red.

40 Preferiblemente, dichos requisitos de red se proporcionan sin tener en cuenta la información acerca de los elementos de hardware implementados en un Punto de Presencia dado.

45 De acuerdo con una realización, los requisitos de red se proporcionan por medio de una definición de diseño del servicio de conexión en red con requisitos topológicos (por ejemplo, BRAS implementado en la localización x, sirviendo cada nodo de CGNAT n nodos de BRAS, etc.), requisitos de rendimiento para cada función de red basada en software (por ejemplo, conmutación de enrutador al menos y Gbps) y requisitos de conectividad entre dichas funciones de red basadas en software (por ejemplo, enlace ascendente para BRAS con ancho de banda de 10 Gbps).

50 Dicha definición de diseño del servicio de conexión en red incluye, para diferentes realizaciones, información en relación con al menos uno de:

- caracterización del tráfico promedio de los puntos de servicio;
- cadena de datos del servicio de conexión en red, detallando las funciones de red basadas en software que deben aplicarse al tráfico de datos que ingresa a la red desde los puntos de servicio en el sentido ascendente;
- 55 - cadenas de control del servicio de conexión en red, detallando cada una un conjunto de funciones de red basadas en software que intercambian tráfico de control requerido para un propósito particular específico del servicio de conexión en red;
- 60 - definición de áreas de función de red, donde cada área de función de red es un conjunto de localizaciones por función de red de la agrupación de recursos de hardware; y
- un conjunto de condiciones previas sobre la agrupación de recursos de hardware con respecto a la colocación de funciones de red basadas en software.

En lo que respecta a dicha agrupación de recursos de hardware, comprende, para una realización preferida:

- 5 - una pluralidad de nodos computacionales implementados a través de varias localizaciones físicas, donde cada localización se especifica por los componentes de su nodo computacional a un nivel o vista microscópico o de arquitectura informática, y
- 10 - un esquema mediante el cual estos nodos computacionales están interconectados entre sí tanto dentro de la localización como en otras localizaciones con las conexiones correspondientes, a un nivel o vista macroscópico o de red.

15 Para una realización, dicha descripción de hardware proporciona información con respecto a las localizaciones de la agrupación de recursos de hardware, proporcionando tanto la vista macroscópica como la vista microscópica de cada localización, incluyendo al menos uno de, el nombre de localización, las clases de localización, la conexión del plano de datos disponible en la localización, el número de puntos de servicio encargados físicamente a la conexión del plano de datos de la localización, el número de puntos de transferencia encargados físicamente a la conexión del plano de datos de la localización, la lista de interfaces de conexión que conectan la localización con el resto de la agrupación de recursos de hardware y la lista de nodos computacionales en la localización.

20 Se proporcionan ejemplos de información incluida en dicha lista de nodos computacionales en una sección posterior.

De acuerdo con una realización preferida, dichos nodos computacionales son servidores informáticos (o cualquier otro tipo de dispositivo informático), y al menos parte de dichas conexiones son conexiones de WAN (Red de Área Ancha).

25 Para dicha u otra realización, al menos parte de dichas conexiones son conexiones con respecto a otra clase de redes de acceso, cableadas o inalámbricas.

En los párrafos anteriores y en el resto de la presente descripción y reivindicaciones:

- 30 - los términos microscópico o micro se usan para hacer referencia al nivel de la arquitectura informática. Por tanto, lo que se entiende por vista microscópica de una localización es la descripción detallada de los servidores implementados en esa localización al nivel de arquitectura informática, incluyendo procesadores, zócalos, bancos de memoria, etc. para cada uno de los servidores en la localización; y
- 35 - los términos macroscópico y macro se usan para hacer referencia al nivel de red. Por tanto, lo que se entiende por vista macroscópica de la agrupación de hardware es la descripción de la interconexión de los servidores de la agrupación de recursos de hardware al nivel de red usando conexiones tanto de WAN (y/o cualquier otro tipo de red de acceso cableada o inalámbrica) como locales.

40 El método del primer aspecto de la invención comprende, para una realización preferida, implementar dicho servicio de conexión en red constituyendo al menos una red con los recursos de hardware a los que se asignan las funciones de red basadas en software, y la interconexión de las mismas.

45 De acuerdo con una realización adicional, el método del primer aspecto de la invención comprende implementar dicho servicio de conexión en red interconectando dicha red constituida con al menos una red externa.

50 Dicha implementación se realiza de acuerdo con una estrategia de implementación generada por el método del primer aspecto de la invención de modo que produce la asignación apropiada descrita anteriormente de las funciones de red basadas en software a un subconjunto de recursos no atribuidos de la agrupación de recursos de hardware al tiempo que se cumple con todas las restricciones mencionadas anteriormente.

55 Un segundo aspecto de la invención se refiere a un sistema para proporcionar un servicio de conexión en red, que comprende una agrupación de recursos de hardware y un dispositivo informático que tiene acceso a dicha agrupación de recursos de hardware y a funciones de red basadas en software, en el que dicho dispositivo informático implementa un método para proporcionar un servicio de conexión en red que comprende asignar funciones de red basadas en software a recursos de hardware de dicha agrupación de recursos de hardware.

60 En el sistema del segundo aspecto de la invención, de manera característica, dicho dispositivo informático implementa el método del primer aspecto.

Un tercer aspecto de la invención se refiere a un producto de programa informático, que comprende código de software adaptado para realizar, cuando se ejecuta en un ordenador, el método del primer aspecto de la invención.

Las ventajas principales del método, sistema y programa informático propuestos se encuentran en que permiten implementar funciones de red basadas en software de manera más eficaz que con los métodos actuales, porque seleccionan automáticamente la coincidencia óptima para el hardware subyacente. Atribuyen funciones de red de manera óptima (desde un punto de vista del rendimiento de la red), ofrecen las ventajas de virtualización en términos de compartición segura de recursos de hardware (evitando el sobre aprovisionamiento) y, al mismo tiempo, tienen en cuenta la vista microscópica de requisitos de las funciones de red. Adicionalmente, posibilitan la automatización del ciclo de implementación, reduciendo los costes para operar toda la red.

Breve descripción de los dibujos

Las anteriores y otras ventajas y características se entenderán más completamente a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones, con referencia a los dibujos adjuntos que deben considerarse de manera ilustrativa y no limitativa, en los que:

- la figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente el sistema del segundo aspecto de la invención, para una realización;
- la figura 2 muestra una implementación de un servicio de conexión en red ofrecido por una red constituida por una agrupación de HW sobre la que se han asignado funciones de red basadas en SW, y que está conectada a algunas redes externas, de acuerdo con el método del primer aspecto de la invención, para una realización;
- la figura 3 muestra una representación gráfica de la descripción microscópica de dos dispositivos de SW;
- la figura 4 muestra un ejemplo gráfico de diseño del servicio de conexión en red obtenido por medio de la asignación del método del primer aspecto de la invención;
- la figura 5a muestra una representación gráfica de la vista microscópica de un nodo;
- la figura 5b muestra un ejemplo gráfico simplificado de una descripción de una agrupación de recursos de HW;
- la figura 6 es un diagrama de flujo de una secuencia de asignación para un dispositivo de SW dado, para una realización del método del primer aspecto de la invención.

Descripción detallada de las diversas realizaciones

Tal como se muestra en la Figura 1, el sistema del segundo aspecto de la invención comprende, para la realización ilustrada, un dispositivo informático (1) encargado de asignar Funciones de Red basadas en SW, implementadas por medio de dispositivos de SW, a recursos de HW específicos de una agrupación de HW, que implementa el método del primer aspecto de la invención.

La parte de ejecución de dicha asignación está representada en la Figura 1 por el bloque (5), que está bajo el control del dispositivo informático (1).

El sistema usa tres entradas distintas hacia el dispositivo informático (1), para conseguir la asignación de dispositivos de SW a recursos de HW:

- Un conjunto de declaraciones (2) de los dispositivos de SW.
- Una Definición (3) de Diseño del servicio de Conexión en red.
- Una descripción (4) de una agrupación de HW.

Cada una de estas entradas puede proporcionarse al dispositivo (1) de asignación de SW a HW por actores independientes implicados en el proceso:

- Se proporcionan las declaraciones de dispositivo de SW por los vendedores de dispositivos de SW, que describen la cantidad de usuarios, dispositivos, rendimiento, etc. que pueden soportarse en una configuración de HW específica del dispositivo de SW que implementa una Función de Red. El vendedor del dispositivo de SW ignora cuáles serán los elementos de HW reales donde finalmente se implementará el dispositivo de SW.
- La Definición de Diseño del servicio de Conexión en red se proporciona por el Operador de Red, que define su servicio como un conjunto de requisitos en términos de Funciones de Red a implementar en sus Puntos de Presencia (PoP) y una cantidad de clientes (usuarios, dispositivos, etc.) a los que hay que dar servicio. El operador de red puede añadir restricciones adicionales para algunas de estas funciones de red. Por ejemplo, una de tales restricciones podría imponer que se implementasen capacidades de CDN lo más cerca posible de los clientes finales a los que hay que dar servicio. Sin embargo, los detalles acerca de los elementos de COTS implementados en un PoP dado y cómo están interconectados están ocultos para el Operador de Red en este proceso.
- La descripción de la agrupación de HW se proporciona por un integrador de HW de COTS, que especifica la vista

microscópica de los componentes de HW implementados en los PoP. Este agente ignora las funciones basadas en SW que podrían implementarse en la agrupación de HW en el futuro.

5 Con estas tres entradas, el sistema produce una asignación de SW a HW (5) que se usa para implementar las Funciones de Red basadas en SW sobre la agrupación de HW.

10 El Operador de Red está eximido de realizar las asignaciones de SW a HW. Los requisitos del nivel de red suministrados por el Operador de Red y las especificaciones proporcionadas por el Vendedor de Dispositivos de SW se combinan por el sistema para implementar los Dispositivos de SW en la mejor localización posible en la agrupación de HW. Estas especificaciones incluyen garantías de realización para un Dispositivo de SW específico en un entorno de Virtualización y HW determinados. El proceso de asignación también maneja los conflictos y otras situaciones, en las que no es posible la implementación.

15 La asignación de SW a HW producido posibilita que la agrupación de HW proporcione un servicio de conexión en red dado a un conjunto de puntos de servicio. El servicio de conexión en red puede incluir opcionalmente la provisión de un porcentaje de transferencia de datos a redes externas en puntos de transferencia de datos seleccionados. El tráfico que fluye en el sentido desde un punto de servicio hacia el punto de transferencia se denomina en el contexto de esta invención tráfico ascendente, mientras que el tráfico que fluye en el sentido desde los puntos de transferencia a los puntos de servicio se denomina tráfico descendente.

20 Una implementación de tal servicio de conexión en red de este tipo se representa en la Figura 2, en la que tal servicio se ofrece a varios Puntos de Servicio (N.º 1...N.º n) mediante una red constituida por una agrupación de HW sobre la cual se han asignado funciones de red basadas en SW, y en puntos de transferencia de datos (N.º 1...N.º m) seleccionados para redes externas.

25 Con la asignación de SW a HW emitido por el sistema de la invención, el operador de red implementa un nuevo servicio de conexión en red que convierte de manera eficaz la agrupación de HW en una red. La red resultante se construye alrededor de las localizaciones geográficas de la agrupación de HW en las que se implementan varios servidores basándose en componentes del equipo de Venta al Público Comercial (COTS). Estos servidores están interconectados dentro de la localización a través de un plano de datos de interconexión local y a otros sitios a través de interfaces de Red de Área Amplia (WAN).

30 El servicio de conexión en red resultante se implementa por medio de un conjunto de Funciones de Red, implementadas por un conjunto de dispositivos de software (SW), interconectados como se ordena por el Diseño del servicio de Conexión en red suministrado por el operador de red.

Declaración de dispositivo de SW:

40 Los dispositivos de SW se definen por la funcionalidad implementada, y su rendimiento esperado para los requisitos de HW dados. Estas características se expresan en una declaración de dispositivo de SW en forma de una plantilla que incluye:

45 1. La función de red implementada. Si se implementa más de una función por el dispositivo de SW, se incluye la cadena interna de NF (Funciones de Red), expresada en orden de red ascendente, por ejemplo, NF1: NF de BRAS, NF2: NF de CGNAT, NF de cadena implementada: BRAS->CGNAT.

2. Una configuración de HW recomendada, que especifica:

50 i. Rendimiento esperado, expresado como el número máximo de puntos de servicio a los que se sirve, tráfico máximo soportado, y cualquier otra cifra de rendimiento relevante para la NF implementada por este dispositivo de SW, que puede manejarse mediante una instancia del dispositivo en esta configuración de HW.

55 ii. Una lista de requisitos de HW para implementación ("requisitos microscópicos"), usando una plantilla en términos de:

a. Número y tipo de subprocesos que implementan el dispositivo de SW.

60 b. Agrupaciones de subprocesos (para propósitos de rendimiento, puede ser necesario que el dispositivo de SW ejecute algunos subprocesos en núcleos de procesador que comparten recursos, como memoria caché, etc.).

c. Cantidad de memoria que necesita cada subproceso o grupo y rendimiento con esta memoria.

d. Requisitos de rendimiento para comunicación entre subprocesos/grupos.

e. Número de interfaces manejadas por cada subproceso o grupo (tipo, velocidad de línea, etc.).

f. Requisitos de rendimiento para el acceso a tarjetas de interfaz por cada subproceso/grupo.

5 g. Si el dispositivo de SW necesita acceso exclusivo a los recursos se asigna por el sistema de asignación (por ejemplo, el uso exclusivo de un núcleo, el uso exclusivo de una tarjeta de interfaz) o si los recursos pueden compartirse entre varios dispositivos de SW. Si el dispositivo de SW necesita un uso exclusivo para los recursos asignados (normalmente, los relacionados con el plano de datos de la red), tendrá que asignarse a servidores en la agrupación de HW que proporcionen una vista apropiada de sus recursos (por ejemplo, el hipervisor no oculta los núcleos, procesadores, etc., usados por una parte dada de software que se ejecuta encima del mismo).

h. Requisitos de almacenamiento en disco duro en términos de tamaño y velocidad.

15 Cada declaración del dispositivo de SW se proporciona por el desarrollador/vendedor de SW que produce el dispositivo de SW. El mismo vendedor puede proporcionar varias declaraciones de dispositivos de SW si la misma parte de SW que implementa una Función de Red consigue cifras de rendimiento diferentes con configuraciones de HW diferentes.

20 La Figura 3 muestra una representación gráfica de la descripción microscópica de dos dispositivos de SW que usan letras de a a f para representar variables para los requisitos de HW de cada dispositivo de SW. Cada letra corresponde a un valor correspondiente a una categoría de requisito de HW en la plantilla como se ha definido anteriormente usando las mismas letras para cada categoría. Por lo tanto, el valor ai hace referencia a un subproceso en el dispositivo de SW, bi hace referencia a una agrupación de subprocesos (agrupación de valores ai) tal como se definen por la representación gráfica y así sucesivamente para el resto de categorías en la plantilla que se muestran en el ejemplo gráfico (de a a f).

Todo el conjunto de declaraciones del dispositivo de SW a tener en cuenta por el sistema se alimenta al sistema de asignación de SW a HW en el conjunto de declaraciones (2) de los dispositivos de SW.

30 El conjunto de declaraciones de dispositivos de SW puede almacenarse en un repositorio para su uso por el sistema de asignación de SW a HW, por ejemplo, como archivos XML especificados por una plantilla XSL que refleja una lista de instancias de la plantilla del dispositivo de SW.

35 *Definición de diseño del servicio de conexión en red:*

Un operador de red que desea implementar un servicio de conexión en red que usa la agrupación de HW y un conjunto de dispositivos de SW debe proporcionar una definición de Diseño del servicio de Conexión en red al sistema de asignación de modo que este pueda efectuar la asignación de SW a HW.

40 La definición de Diseño del servicio de Conexión en red se expresa en términos de una plantilla que incluye:

1. Una caracterización del tráfico promedio de los puntos de servicio.

La caracterización de tráfico proporciona valores promedio por punto de servicio al menos para:

- ancho de banda de datos de entrada y salida por punto de servicio.
- tasa promedio de peticiones de control desde el punto de servicio a la agrupación de HW.

2. La cadena de datos de servicio de conexión en red.

La cadena de datos especifica la lista de Funciones de Red que deben aplicarse al tráfico de datos que ingresa a la red desde los puntos de servicio en el sentido ascendente.

Una cadena de datos de ejemplo para un servicio de conexión en red de acceso a Internet podría ser un Punto de Servicio->BRAS->CGNAT->transferencia. La cadena de datos inversa se aplica de manera implícita al tráfico en el sentido inverso.

La primera NF en la cadena de datos después del punto de servicio se conoce como NF de Borde para el servicio de conexión en red. En el ejemplo anterior, la NF de BRAS es la NF de Borde.

Para cada Función de Red en la cadena 2 de datos se proporcionan valores por el operador de red basándose en sus expectativas de comportamiento para el servicio de conexión en red:

- la ganancia de tráfico como proporción del tráfico de datos que entra en la función de red y el tráfico de datos que se emite por la función de red.

Como ejemplo, un enrutador de unidifusión tiene una proporción de 1:1, mientras que un enrutador de multidifusión o un nodo de Red de Suministro de Contenido puede modelarse con una proporción de 1:N.

- La proporción de transferencia.

Esta es el porcentaje del tráfico de datos en el sentido ascendente recibido en la Función de Red desde los puntos de servicio que se reenvía hacia los puntos de transferencia. En el caso de un servicio de conexión en red de acceso a Internet típico, la proporción de transferencia de la red global podría ser tan alta como el 95%. Si una Función de Red específica se comporta como horizonte dividido (no se envía de vuelta el tráfico ascendente en la dirección de los puntos de servicio) esta proporción es del 100 %. Si el tráfico de datos desde un punto de servicio se destina a otro punto de servicio en la red, el tráfico invertirá el sentido a la primera NF que permita invertir el tráfico ascendente a tráfico descendente (eso significa que la NF tiene una proporción de transferencia menor del 100 %).

3. Las cadenas de control del servicio de conexión en red

Una cadena de control detalla un conjunto de NF que intercambian tráfico de control requerido para un propósito particular específico del servicio de conexión en red.

Para un servicio de conexión en red, son posibles varias cadenas de control con diferentes conjuntos de NF implicadas. Por ejemplo, para un servicio de acceso a Internet basado en DHCP de banda ancha, pueden existir 2 cadenas de control:

- Cadena de control N.º 1: NF de BRAS - NF de servidor de DHCP.

Esta cadena de control posibilita el manejo por la agrupación de HW de las peticiones de DHCP recibidas en los puntos de servicio unidos al BRAS, como parte del servicio de conexión en red que está dotado de esta Definición de Diseño del servicio de Conexión en red.

- Cadena de control N.º 2: NF de BRAS - NF de servidor de RADIUS.

Esta cadena de control posibilita la generación de peticiones de RADIUS basadas en la actividad de tráfico después de una interrupción recibida en los puntos de servicio unidos al BRAS, como parte del servicio de conexión en red que está provisto con esta Definición de Diseño del servicio de Conexión en red.

4. La definición de áreas de Función de Red (opcional).

Un área de Función de Red es un conjunto por NF de localizaciones de la agrupación de HW de modo que se impone que el tráfico desde los puntos de servicio unidos a cualquier localización del área de NF dirigido a los puntos de servicio que pertenecen a otras áreas de la misma NF se le aplique la Función de Red correspondiente en un dispositivo de SW implementado en el área de NF antes de dejar el área de NF.

Como ejemplo, una Definición de Diseño de servicio de Conexión en red puede definir áreas de CGNAT. Cada área de CGNAT es un conjunto de posibles localizaciones para la función de CGNAT a aplicar al tráfico desde clientes conectados a cualquiera de las localizaciones en el área de CGNAT.

El número de puntos de servicio cubiertos en un área de NF determina el dimensionamiento de la capacidad agregada de NF que debe implementarse en el área de NF por medio de dispositivos de SW que implementan la NF. La asignación de los dispositivos de SW a recursos de HW en el área de NF se efectuará como parte del método del sistema de asignación.

Si no se define ningún área de NF, la capacidad agregada para la NF es la única que da servicio a todos los puntos de servicio unidos a la agrupación de HW y se considera toda la agrupación de HW como candidata para la localización de los dispositivos de SW que implementan la capacidad de NF agregada.

Mediante una definición de área de NF apropiada, el operador de red puede excluir las localizaciones específicas como candidatas para implementar la NF, dejando solo estas localizaciones fuera del área de NF.

5. Un conjunto de condiciones previas sobre la agrupación de HW con respecto a la colocación de NF.

Si debido a cualquier política de planificación interna, el operador de red desea influir además en la colocación de NF específicas en localizaciones específicas, puede usar una condición previa que marque la localización como "no disponible para NF N.º X".

La Definición de Diseño del servicio de Conexión en red para cada NF con condiciones previas incluirá una lista de las localizaciones, o clases de localizaciones, afectadas por la condición previa.

Como ejemplo, la Definición de Diseño de servicio de Conexión en red puede incluir 2 condiciones previas:

- No disponible para CGNAT: todas las localizaciones en las clases de localizaciones del Centro de Acceso.
- No disponible para la DPI (Inspección Profunda de Paquetes): todas las localizaciones en la clase de localizaciones del Grupo de Control.

La descripción (3) de la agrupación de HW proporciona una definición de las clases a las que pertenece cada localización en la agrupación de HW.

Usando las condiciones previas, el operador de red puede limitar, por ejemplo, una NF N.º X que va a implementarse en una localización específica marcando todas las localizaciones menos una como "no disponible para NF N.º X".

La Definición de Diseño del servicio de Conexión en red puede almacenarse, por ejemplo, como archivo XML especificado por una plantilla XSL que refleja la plantilla de Definición de Diseño del servicio de Conexión en red,

para su uso por el sistema de asignación de SW a HW.

5 La Figura 4 muestra un ejemplo gráfico simplificado de un diseño del servicio de conexión en red que implica un BRAS, un DHCP, una DPI, una CGNAT, un cortafuegos, un enrutador y un CGSN (Nodo de Soporte del Servicio de Paquetes de Radio General Combinado).

Descripción de agrupación de HW:

10 La descripción de agrupación de HW proporciona una lista detallada de las localizaciones de la agrupación de HW, proporcionando tanto la vista macroscópica como la microscópica de cada localización.

Para cada localización en la agrupación de HW, se proporciona la siguiente información en términos de una plantilla de localización:

- 15 1. Nombre de localización.
Un nombre único de la localización en la agrupación de HW.
- 20 2. Clases de localización a las que pertenece esta localización.
Por ejemplo, la localización pertenece a la clase de localización "Centro de Acceso" o cualquier otra clase definida para esta agrupación de HW.
3. Conexión del plano de datos disponible en la localización.
La conectividad interna disponible entre los nodos, los puntos de servicio y los puntos de transferencia en una localización se modela como un plano de datos de cualquier punto a cualquier punto de una cantidad dada de ancho de banda de la "placa de conexión" (por ejemplo 100 Gb/s).
- 25 4. Número de puntos de servicio.
El número de puntos de servicio que se encargan físicamente de la conexión del plano de datos de esta localización.
Cualquier localización que aloja puntos de servicio se conoce como Localización de Borde.
- 30 5. Número de puntos de transferencia.
Número de puntos de transferencia que se encargan físicamente de la conexión del plano de datos de esta localización.
Cualquier localización que aloja puntos de transferencia se conoce como localización de Transferencia.
6. Lista de interfaces de WAN que conectan esta localización al resto de la agrupación de HW.
Para cada interfaz se enumerará:
- 35
 - El Tipo y velocidad de la interfaz de WAN (por ejemplo, Ethernet de 100 Gb/s).
 - El modelo de conectividad. O bien de punto a punto (por ejemplo, conexión de WAN de fibra oscura) o bien de punto a multipunto (por ejemplo, IP o interfaz de MPLS).
 - Para interfaces de punto a punto, localización del mismo nivel. El nombre de la localización del punto final de la interfaz de WAN de punto a punto.
- 40 7. Lista detallada de servidores en la localización (vista microscópica de la localización).
Para cada nodo en la localización, se enumeran sus recursos físicos, usando una plantilla expresada en términos de:
- 45 A. Número y tipo de procesadores físicos proporcionados en la placa. También se incluye el rendimiento en términos de velocidad de procesamiento.
- 50 B. Agrupación de núcleos de procesador en zócalos y cantidad de memoria caché proporcionada por cada procesador.
- C. Cantidad de memoria proporcionada por cada uno de los bancos de memoria. Rendimiento de interconexión entre núcleos de procesador y bancos de memoria.
- 55 D. Rendimiento proporcionado por los buses de comunicación entre zócalos.
- E. Número de tarjetas de interfaz (tipo, velocidad de línea, etc.).
- 60 F. Interconexión entre núcleos de procesador y tarjetas de interfaz. Si esta interfaz se une a una agrupación específica de núcleos de procesador directamente, o no se usa un Puente Sur.
- G. Tipo de agrupación (agrupación del plano de control o de datos). Los dispositivos de SW que tienen requisitos de rendimiento estrictos (normalmente, los relacionados con el plano de datos de la red), con el fin de evitar una degradación del rendimiento y permitir un uso exclusivo de los recursos asignados a los mismos, requieren un acoplamiento estricto con los detalles de hardware expuestos en el entorno de

virtualización encima de los que se implementan. El área de la agrupación de recursos de HW que proporcionan este nivel de detalle de vista de HW, y en el que pueden implementarse funciones de red de ese tipo, se denominará "agrupación para el plano de datos". Las funciones de red que no tienen requisitos de rendimiento estrictos (normalmente, los relacionados con el plano de control de la red) pueden asignarse a una agrupación de HW menos rigurosa, denominada "agrupación para el plano de control" cuando está disponible, aunque es posible asignarlos a la "agrupación para el plano de datos" cuando no hay recursos vacantes en la "agrupación para el plano de control" o incluso si esta agrupación no existe en absoluto.

El término "Plano de Control" hace referencia a las Funciones de Red que implementan los procedimientos de control de modo que puede llevarse a cabo un reenvío de paquetes, y el término "Plano de Datos" a las Funciones de Red que forman parte del reenvío de los paquetes de datos que van a transportarse en la red.

La Figura 5a muestra una representación gráfica de la descripción de vista microscópica de un nodo que usa las letras A a F para representar las variables para sus recursos físicos. Cada letra corresponde a un valor que corresponde a una categoría de recursos físicos en la plantilla de nodo como se definió anteriormente usando las mismas letras para cada categoría. Por tanto, el valor A; hace referencia a un procesador en la placa, 13; hace referencia a una agrupación de procesadores (agrupación de valores Ai) tal como se define por la representación gráfica y así sucesivamente para el resto de categorías en la plantilla que se muestran en el ejemplo gráfico (de A a F).

La descripción de agrupación de HW puede almacenarse, por ejemplo, como un archivo XML especificado por una plantilla XSL que refleja una lista de instancias de la plantilla de localización, para su uso por el sistema de asignación de SW a HW.

La Figura 5b muestra un ejemplo gráfico simplificado de una descripción de agrupación de HW, en la que tres localizaciones físicas están interconectadas por una WAN a través de respectivas Interfaces de Conexión del Plano de Datos, comprendiendo cada localización física un grupo de procesos que incluye n nodos computacionales, y un grupo de almacenamiento que incluye una pluralidad de dispositivos de almacenamiento (memorias y/o unidades de disco duro).

Método de asignación de SW a HW:

El método de asignación de SW a HW usa tanto la vista macroscópica como la microscópica que se definen por las tres entradas al sistema:

- La vista macroscópica se define por:
 - Las cifras de macro rendimiento de los dispositivos de SW.
 - El macro diseño del servicio de conexión en red a proporcionar como se especifica en la Descripción de Diseño de servicio de Conexión en red.
 - La macro vista de las localizaciones tal como se especifica en la descripción de agrupación de HW.
- La vista microscópica tal como se define por:
 - Los micro requisitos de los dispositivos de SW.
 - La micro vista de las localizaciones tal como se especifica en la descripción de agrupación de HW.

Con un conjunto dado de entradas al sistema, son posibles muchos grados de libertad para conseguir la asignación de SW a recursos de HW del grupo. Por lo tanto, el método de asignación de SW a HW se ejecuta para hallar una solución de manera iterativa caracterizada por el hecho de que, en puntos discretos en la lógica del algoritmo, y para proceder eventualmente, se obliga a realizar la siguiente "secuencia de asignación" de eventos tal como se muestra en el diagrama de flujo de la realización de la Figura 6:

- seleccionar una localización candidata para algún dispositivo de SW que implementa una función de red dada que va a implementarse basándose en la vista macroscópica, y, si hay una localización candidata, a continuación,
- si anteriormente el método ha asignado otros dispositivos de SW a esta localización, realizar la clasificación de todo el conjunto de dispositivos de SW para esta localización, incluyendo el nuevo que va a asignarse, comenzando con aquéllos con micro requisitos más restrictivos en el sentido de que requieren un mayor número de grupos de núcleos que residen en el mismo zócalo físico y con acceso exclusivo a tarjetas de E/S, y a continuación,
- comprobar en orden la disponibilidad de recursos de HW en la localización seleccionada, contrastando los micro requisitos de los dispositivos de SW con la micro descripción de la localización, y a continuación,
- si hay suficientes recursos de HW, y, si el dispositivo de SW requiere uso exclusivo de los recursos, marcar estos

recursos como usados exclusivamente de modo que ya no estén disponibles para asignaciones posteriores, o, si los dispositivos de SW permiten un uso compartido de los recursos, marcar estos recursos como usados en modo compartido (esta etapa no se muestra en el diagrama de flujo), y a continuación

- si hay todavía un dispositivo de SW pendiente de asignar, dirigirse a la etapa indicada anteriormente de comprobación de recursos de HW y realizar las etapas siguientes a dicha comprobación;
- cuando ya no hay más dispositivos de SW pendientes, volver a la lógica global del algoritmo, este retorno también se realiza si la selección de una localización candidata no puede realizarse porque no hay ninguna localización candidata disponible, y también si no hay suficientes recursos de HW.

Se considerarán solo los servidores en la localización seleccionada que son adecuados para cada dispositivo de SW como servidores candidatos. La elegibilidad de un servidor como objetivo candidato para un dispositivo de SW dependerá del detalle de la vista requerido por la declaración del dispositivo de SW.

La lógica del algoritmo comenzará aplicando las condiciones previas y la partición disponible en el diseño de servicio de conexión en red para tener en cuenta una reducción de complejidad del problema restante después de su aplicación. Para la asignación de funciones de red a recursos de HW con varias posibles opciones, la lógica del algoritmo será tal que optimiza algunos criterios (por ejemplo, el ancho de banda de WAN, los recursos de HW usados, el número de localizaciones usadas) para un servicio de conexión en red dado. El operador de red es libre de prever y usar la lógica que mejor se adapte a sus necesidades. Como parte de sus iteraciones, el algoritmo realizará "secuencias de asignación" tal como se ha descrito anteriormente bien para realizar asignaciones finales o para realizar asignaciones tentativas temporales como parte de su comportamiento iterativo. El algoritmo iterará hasta que se halle una asignación que cumpla con todos los requisitos. Si no se halla ninguna asignación válida después de un conjunto predefinido de iteraciones, el método concluye con una condición de error, indicando que no hay suficientes recursos disponibles en la agrupación de HW.

A continuación, se describe una realización del método del primer aspecto de la invención, dicha realización que define un método de ejemplo para asignar funciones de red basadas en SW a recursos de HW de una agrupación es un proceso iterativo que se describe en las siguientes fases:

1. Asignación de NF de borde.

En esta etapa se comprueba si todas las Localizaciones de Borde tienen los recursos de HW para alojar la capacidad agregada de la NF de Borde requerida en cada Localización de Borde.

La capacidad agregada de la NF de Borde en cada Localización de Borde requerida depende del número de puntos de servicio encargados de la Localización de Borde específica. Para comprobar la disponibilidad de recursos de HW, el sistema prueba los dispositivos de SW del conjunto de declaraciones de dispositivos de SW que implementan la NF de Borde que proporcionan un rendimiento que está por encima de la capacidad agregada de la NF de Borde requerida en la Localización de Borde, comenzando con el dispositivo de SW con la menor cifra de rendimiento.

Una vez que se halla una coincidencia entre un dispositivo de SW que implementa la NF de Borde y se hallan recursos de HW disponibles, los sistemas registran la asignación y marcan los recursos de HW como usados. Si no se halla ninguna coincidencia para alguna Localización de Borde, el método termina con una condición de error.

2. Asignación de NF de cadena de datos.

En esta fase, para cada NF en la cadena de datos, en orden y comenzando con la NF siguiente a la NF de Borde en la cadena de datos, y para cada área definida para esa NF, se efectúan las siguientes etapas:

i. La capacidad agregada para la NF en el área de NF se calcula a partir del número de puntos de servicio que se encargan de localizaciones del área de NF y sus características de tráfico para el servicio de conexión en red.

ii. Si la NF tiene una ganancia de tráfico por encima de una proporción de 1:1 o si la NF tiene una proporción de transferencia pequeña (siendo el umbral pequeño un valor configurable), se selecciona el dispositivo de SW con la menor cifra de rendimiento para esa NF (dispositivo de SW mínimo para la NF) y el sistema intenta asignar los recursos usando ese dispositivo de SW mínimo comenzando con las localizaciones que están más cerca de la localización que aloja la NF anterior en la cadena de datos para esa área de NF. Se asignan tantos dispositivos de SW mínimos como se requiera hasta que se alcanza la capacidad agregada para la NF en el área de NF. Si los recursos para asignar los dispositivos de SW mínimos no están disponibles considerando todas las posibles de SW mínimos no están disponibles considerando todas las posibles localizaciones en el área de NF, el método termina con una condición de error. Si, como resultado de esta etapa, varios dispositivos de SW mínimos terminan asignándose a la misma localización y la suma de sus cifras de rendimiento está por encima del rendimiento de otro dispositivo de SW que implementa la NF, el sistema descompone la suma de rendimientos haciendo uso de una mezcla de instancias de este nuevo dispositivo de SW y el dispositivo de SW mínimo para esta NF. Si no

iii. Si la NF tiene una proporción de transferencia por encima del umbral, se selecciona el dispositivo de SW con la menor cifra de rendimiento que selecciona el dispositivo de SW con la menor cifra de rendimiento

que está por encima de la capacidad agregada del área de NF. El sistema intenta asignar recursos usando ese dispositivo de SW comenzando con la localización que está más lejos de la localización que aloja la NF anterior en la cadena de datos para esa área de NF. Si no hay recursos de HW disponibles suficientes en esta localización, el sistema itera esta comprobación con localizaciones más cercanas a la NF anterior. Si se halla una localización con recursos disponibles, se selecciona y se asigna. Si no se halla ninguna localización, el sistema divide el área de NF en áreas de NF más pequeñas y aplica de nuevo las etapas de esta fase para esta NF. Si no es posible ninguna subdivisión y no es posible ninguna asignación, el método termina con una condición de error.

5

10 3. Asignación de NF de Cadenas de Control.
En esta fase, para cada Cadena de Control, y para cada NF en la cadena de control, en orden y comenzando con la NF que es la siguiente a la NF de Borde en la cadena de control, y para cada área definida para esa NF, se efectúan las siguientes etapas:

15 i. Se calcula la capacidad agregada para la NF en el área de NF a partir del número de puntos de servicio que se encargan en localizaciones del área de NF y sus características de tráfico para el servicio de conexión en red con respecto a la tasa promedio de peticiones de control del punto de servicio.

20 ii. Se selecciona el dispositivo de SW con la menor cifra de rendimiento que está por encima de la capacidad agregada del área de NF. El sistema intenta asignar los recursos usando ese dispositivo de SW comenzando con la localización que está más lejos de la localización que aloja la NF anterior en la cadena de control para esa área de NF. Si no hay suficientes recursos de HW disponibles en esta localización, el sistema itera esta comprobación con localizaciones más cercanas a la NF anterior. Si se halla una localización con recursos disponibles, se selecciona y se asigna. Si no se halla ninguna localización, el sistema divide el área de NF en áreas de NF más pequeñas y aplica de nuevo las etapas de esta fase para esta NF. Si no es posible ninguna subdivisión y no es posible ninguna asignación, el método se termina con una condición de error.

25

Un experto en la materia puede realizar cambios y modificaciones a las realizaciones descritas en el presente documento sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método implementado por ordenador para proporcionar un servicio de conexión en red, que comprende asignar funciones de red basadas en software a recursos de hardware, en el que dichos recursos de hardware están incluidos en una agrupación de recursos de hardware, estando el método **caracterizado porque** dicha asignación se realiza de manera dinámica sobre recursos no atribuidos de dicha agrupación de recursos de hardware y basándose al menos en la siguiente información:
- restricciones específicas del hardware para soportar cada una de dichas funciones de red basadas en software, en el que:
 - dichas funciones de red basadas en software se implementan mediante dispositivos de software, implementando cada uno al menos una función de red basada en software;
 - dicha información específica de restricciones de hardware se proporciona por medio de declaraciones de dispositivos de software que incluyen información con respecto a la función o funciones de red implementada(s) y al menos una configuración específica de hardware recomendada para la implementación de la(s) misma(s); y
 - dichas restricciones de hardware se refieren al menos a requisitos de hardware y al rendimiento esperado para al menos dicha configuración específica de hardware para soportar cada función de red basada en software de cada dispositivo de software, en el que dichos requisitos de hardware incluyen alguna o toda de la siguiente información:
 - el número y tipo de subprocesos que implementan el dispositivo de software;
 - las agrupaciones de subprocesos;
 - la cantidad de memoria que necesita cada subproceso o grupo y rendimiento con esta memoria;
 - los requisitos de rendimiento para la comunicación entre subprocesos/grupos;
 - el número y características de las interfaces manejadas por cada subproceso o grupo;
 - los requisitos de rendimiento para el acceso a tarjetas de interfaz por cada subproceso/grupo;
 - si el dispositivo de software necesita acceso exclusivo a los recursos de hardware se asigna mediante dicha asignación o si los recursos de hardware pueden compartirse entre varios dispositivos de software;
 - y
 - los requisitos de almacenamiento en disco duro en términos de tamaño y velocidad;
 - requisitos de red de al menos un diseño del servicio de conexión en red definido para un servicio que hace uso de dicha agrupación de recursos de hardware y de al menos parte de dichas funciones de red basadas en software; y
 - una descripción del hardware de los recursos de hardware incluidos en la agrupación de recursos de hardware, en el que la agrupación de recursos de hardware comprende una pluralidad de localizaciones, que proporcionan información respecto a las localizaciones de la agrupación de recursos de hardware en una vista macroscópica y microscópica de cada localización, incluyendo:
 - a un nivel macroscópico para cada localización: lista de nombres de localización de nodos computacionales y rendimiento de plano de datos entre dichos nodos computacionales; y
 - a un nivel microscópico una descripción detallada de cada nodo computacional respecto a:
 - número y tipo de procesadores físicos proporcionados en una placa de circuito del nodo computacional;
 - rendimiento en términos de velocidad de procesamiento de los procesadores físicos;
 - agrupación de núcleos de procesador en zócalos y cantidad de memoria caché proporcionada por cada procesador;
 - cantidad de memoria proporcionada por cada uno de varios bancos de memoria, y rendimiento de la interconexión entre núcleos de procesador y bancos de memoria;
 - rendimiento proporcionado por los buses de comunicación entre zócalos;
 - número y características de tarjetas de interfaz;
 - interconexión entre núcleos de procesador y tarjetas de interfaz, incluyendo información con respecto a si cada interfaz está unida a una agrupación específica de núcleos de procesador directamente o no;
 - y
 - tipo de la agrupación de recursos de hardware: agrupación del plano de control o de datos,
- en el que dicha asignación se realiza en la forma de una secuencia de eventos ejecutando de manera iterativa un algoritmo que incluye puntos lógicos y discretos; y en el que dicha cantidad de memoria que cada subproceso o grupo necesita y el rendimiento con esta memoria, dichos requisitos de rendimiento para comunicación entre subprocesos/grupos, dicho número y características de interfaces gestionadas por cada subproceso o grupo y dichos requisitos de rendimiento para el acceso a tarjetas de

interfaz por cada subproceso/grupo, incluida como parte de dichos requisitos de hardware, se asignan a correspondientes capacidades de HW de los nodos computacionales.

- 5 2. El método de la reivindicación 1, en el que dicha información específica de restricciones de hardware se proporciona sin tener en cuenta la información acerca de dicha agrupación de recursos de hardware y dicha información de descripción de hardware se proporciona sin tener en cuenta la información acerca de dichas funciones de red basadas en software.
- 10 3. El método de la reivindicación 1, en el que dicho rendimiento esperado se refiere a al menos uno de, la cantidad máxima de usuarios soportados, el número máximo de dispositivos soportados, el número máximo de puntos de servicio a los que se sirve y el rendimiento máximo soportado.
- 15 4. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos requisitos de red se refieren a al menos funciones de red basadas en software que van a implementarse en Puntos de Presencia y la cantidad de clientes a los que se necesita servir.
- 20 5. El método de la reivindicación 4, en el que dichos requisitos de red se proporcionan sin tener en cuenta la información acerca de los elementos de hardware implementados en un Punto de Presencia dado.
- 25 6. El método de la reivindicación 4 o 5, en el que dichos requisitos de red se proporcionan por medio de una definición de diseño del servicio de conexión en red con requisitos topológicos, requisitos de rendimiento para cada función de red basada en software y requisitos de conectividad entre dichas funciones de red basadas en software.
- 30 7. El método de la reivindicación 6, en el que dicha definición de diseño de servicio de conexión en red incluye información relativa a al menos uno de:
- caracterización del tráfico promedio de los puntos de servicio;
 - cadena de datos del servicio de conexión en red, detallando las funciones de red basadas en software que deben aplicarse al tráfico de datos que ingresa a la red desde los puntos de servicio en el sentido ascendente;
 - cadenas de control del servicio de conexión en red, detallando cada una un conjunto de funciones de red basadas en software que intercambian tráfico de control requerido para un propósito particular específico del servicio de conexión en red;
 - definición de áreas de función de red, donde cada área de función de red es un conjunto de localizaciones por función de red de la agrupación de recursos de hardware; y
 - un conjunto de condiciones previas sobre la agrupación de recursos de hardware relativas a la colocación de funciones de red basadas en software.
- 35 40 8. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha agrupación de recursos de hardware comprende:
- 45 una pluralidad de nodos computacionales implementados a través de varias localizaciones físicas, donde cada localización se especifica por los componentes de su nodo computacional a un nivel o vista microscópico o de arquitectura informática, y un esquema por el cual estos nodos computacionales están interconectados entre sí tanto dentro de la localización como a otras localizaciones con conexiones correspondientes, a un nivel o vista macroscópico o de red.
- 50 9. El método de la reivindicación 1, en el que dicha secuencia de eventos se realiza según las siguientes etapas:
- seleccionar una localización candidata para la asignación de al menos un nuevo dispositivo de software que implementa una función de red basada en software dada a implementar basándose en la vista macroscópica, y a continuación,
 - si el método ha asignado anteriormente otros dispositivos de software a dicha localización candidata seleccionada, realizar la clasificación de todo un conjunto de dispositivos de software para esta localización, incluyendo dicho nuevo dispositivo de software a asignar, comenzando con aquéllos con requisitos más restrictivos, en una vista microscópica, y a continuación,
 - comprobar en orden la disponibilidad de recursos de hardware en la localización candidata seleccionada, contrastando, de acuerdo con dicha vista microscópica, los requisitos de los dispositivos con la descripción de uno o varios nodos computacionales microscópicos, de modo que se satisfacen la memoria y el rendimiento requeridos, los procesadores, las interfaces de red mediante dicho hardware; y a continuación
 - si hay suficientes recursos de hardware y si el dispositivo de software requiere un uso exclusivo de los recursos de hardware, marcar estos recursos de hardware como usados exclusivamente de modo que ya no están disponibles para asignaciones posteriores, o, si los dispositivos de software permiten un uso compartido de los recursos de hardware, marcar estos recursos de hardware como usados en modo compartido.
- 60

10. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende implementar dicho servicio de conexión en red constituyendo al menos una red con los recursos de hardware a los que se asignan las funciones de red basadas en software, y la interconexión de las mismas.

5

11. Un sistema para proporcionar un servicio de conexión en red, que comprende una agrupación de recursos de hardware y un dispositivo informático que tiene acceso a dicha agrupación de recursos de hardware y a funciones de red basadas en software, donde dicho dispositivo informático implementa un método para proporcionar un servicio de conexión en red que comprende asignar funciones de red basadas en software a recursos de hardware de dicha agrupación de recursos de hardware, estando el sistema **caracterizado porque** dicho dispositivo informático implementa el método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

10

12. Un producto de programa informático, que comprende código de software adaptado para realizar, cuando se ejecuta en un ordenador, el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

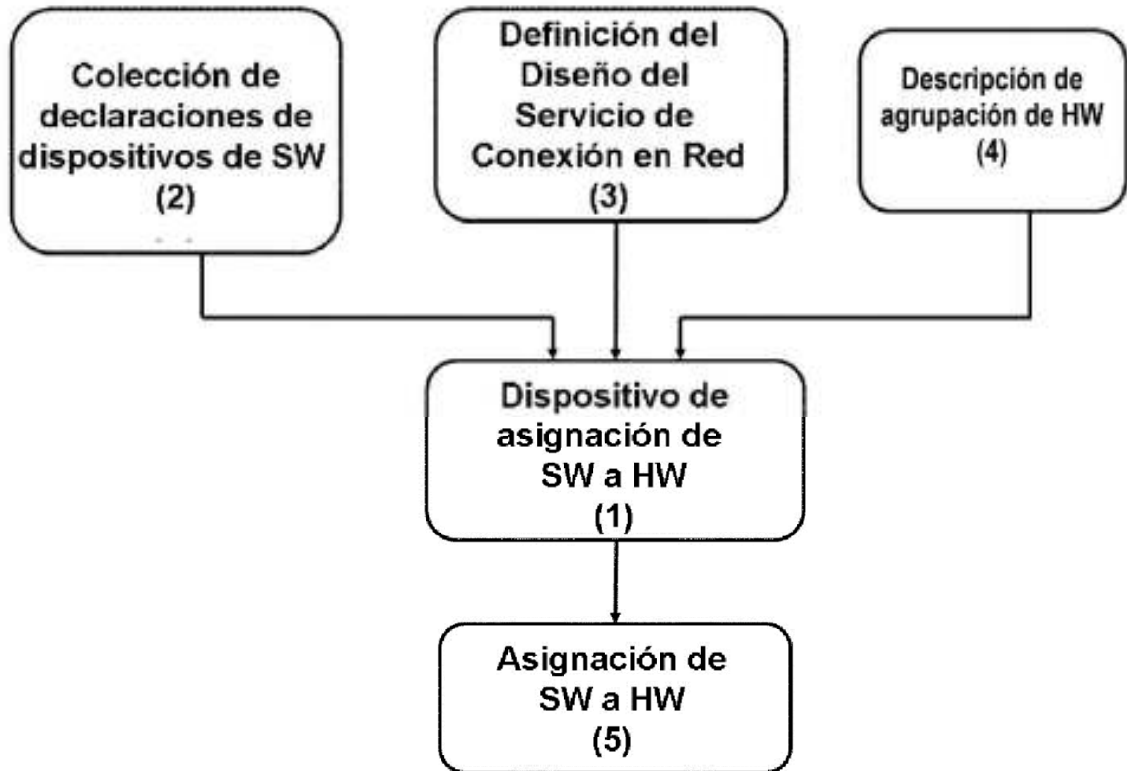


FIG. 1

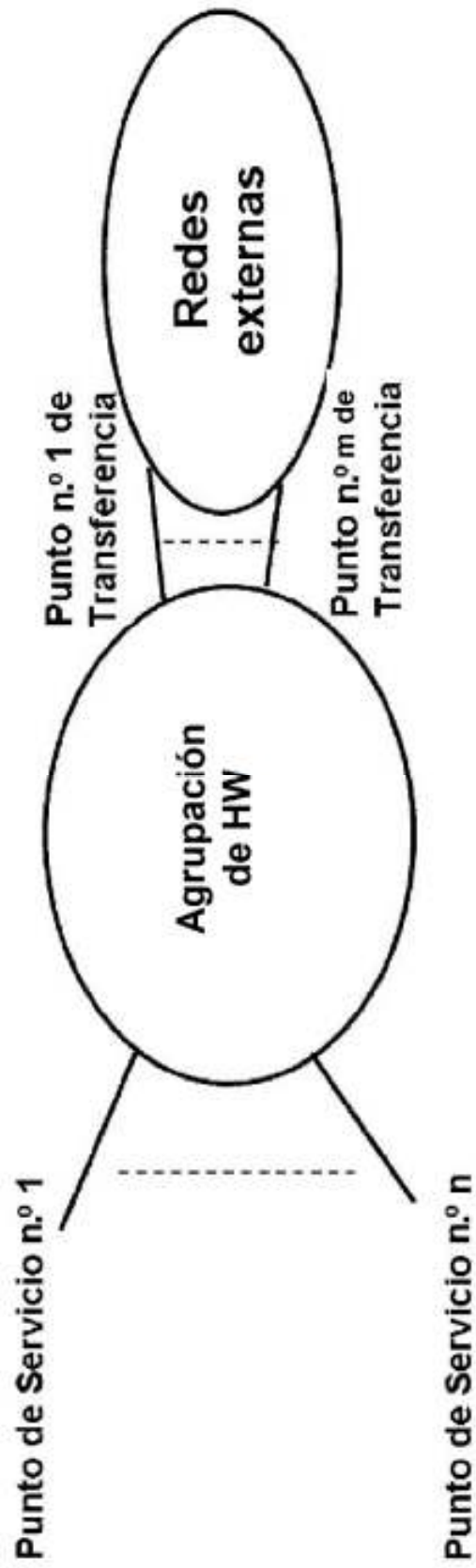


FIG. 2

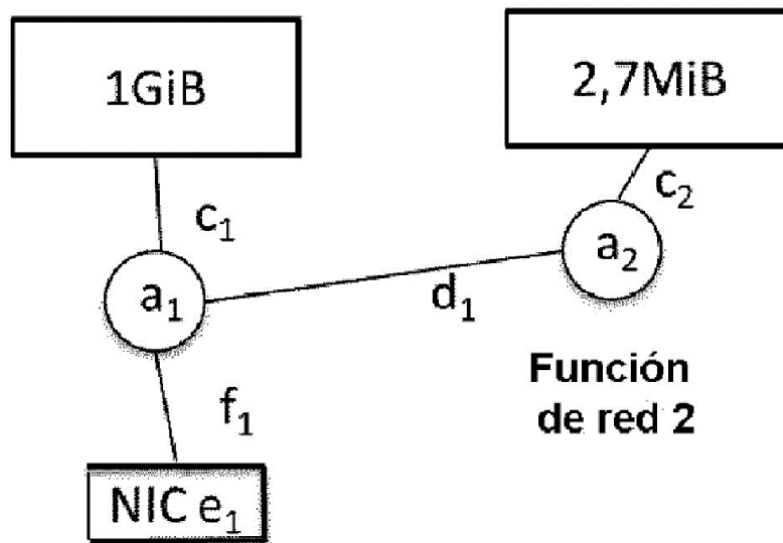
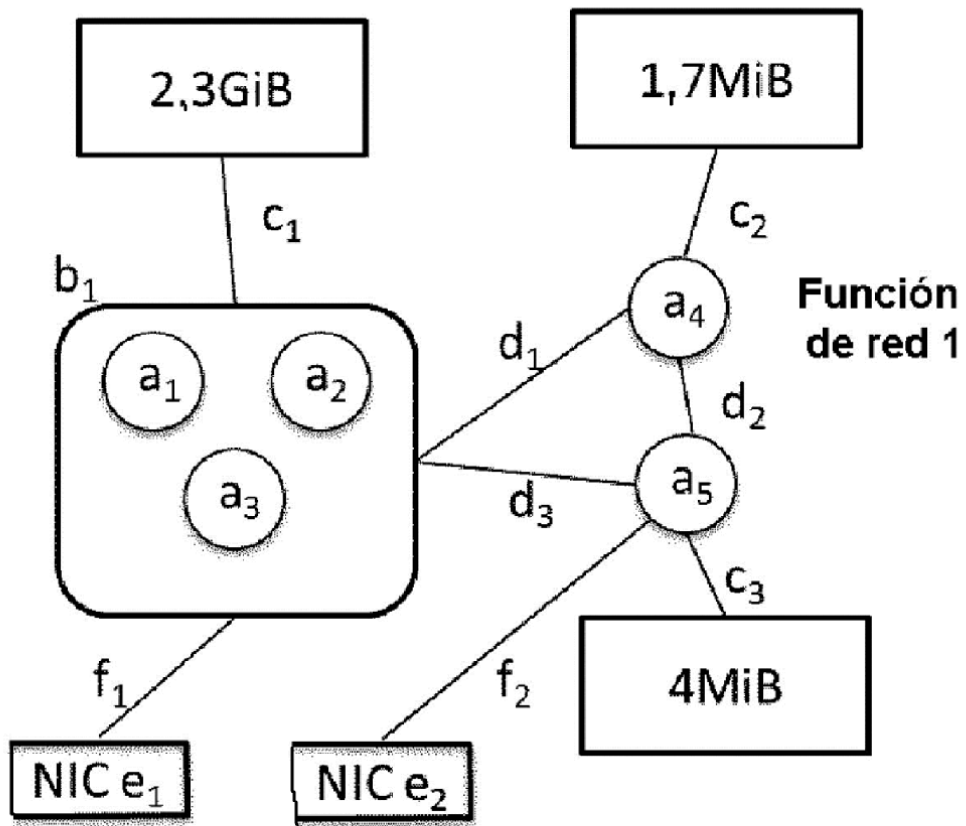


FIG. 3

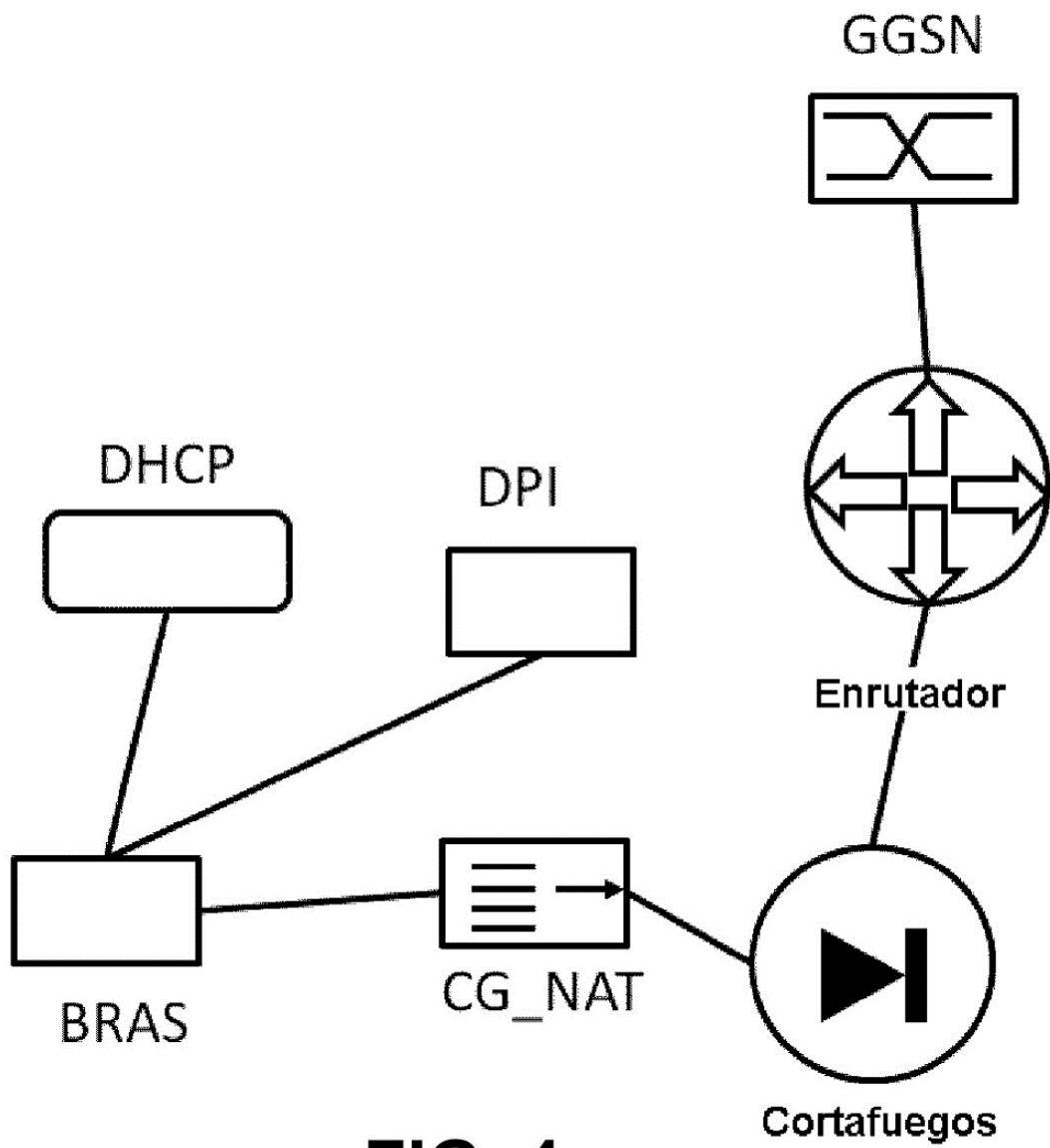


FIG. 4

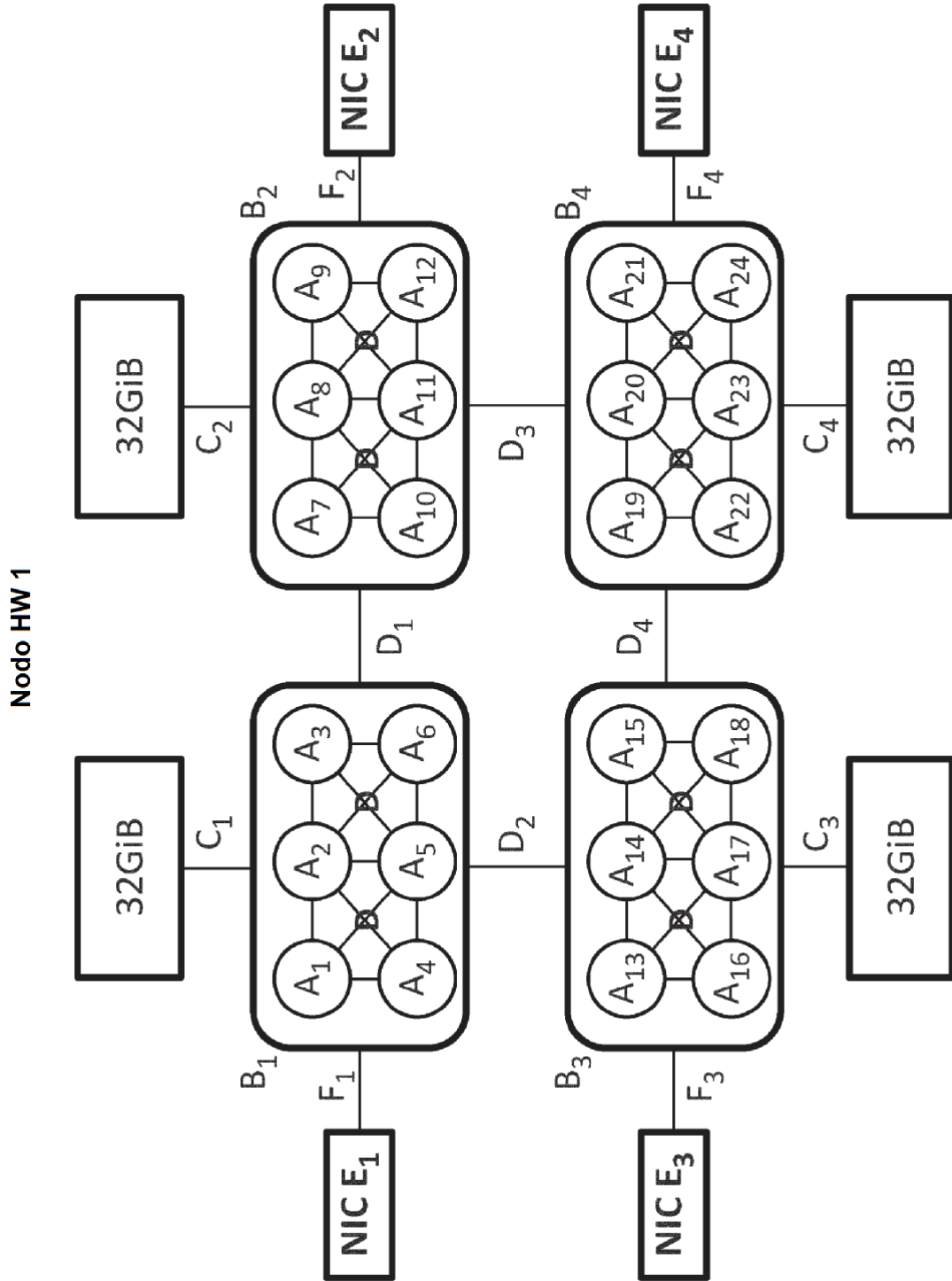


FIG. 5a

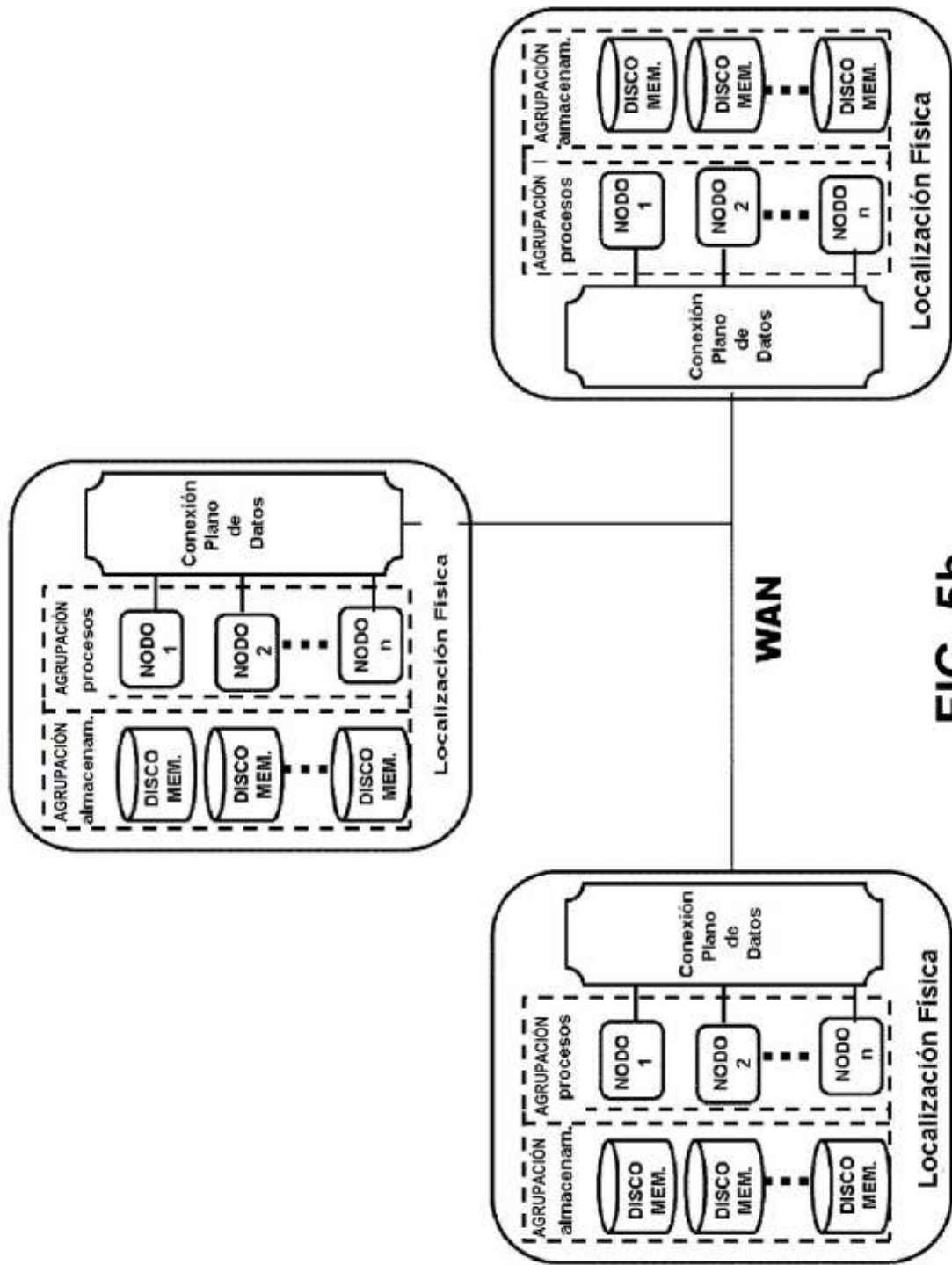


FIG. 5b

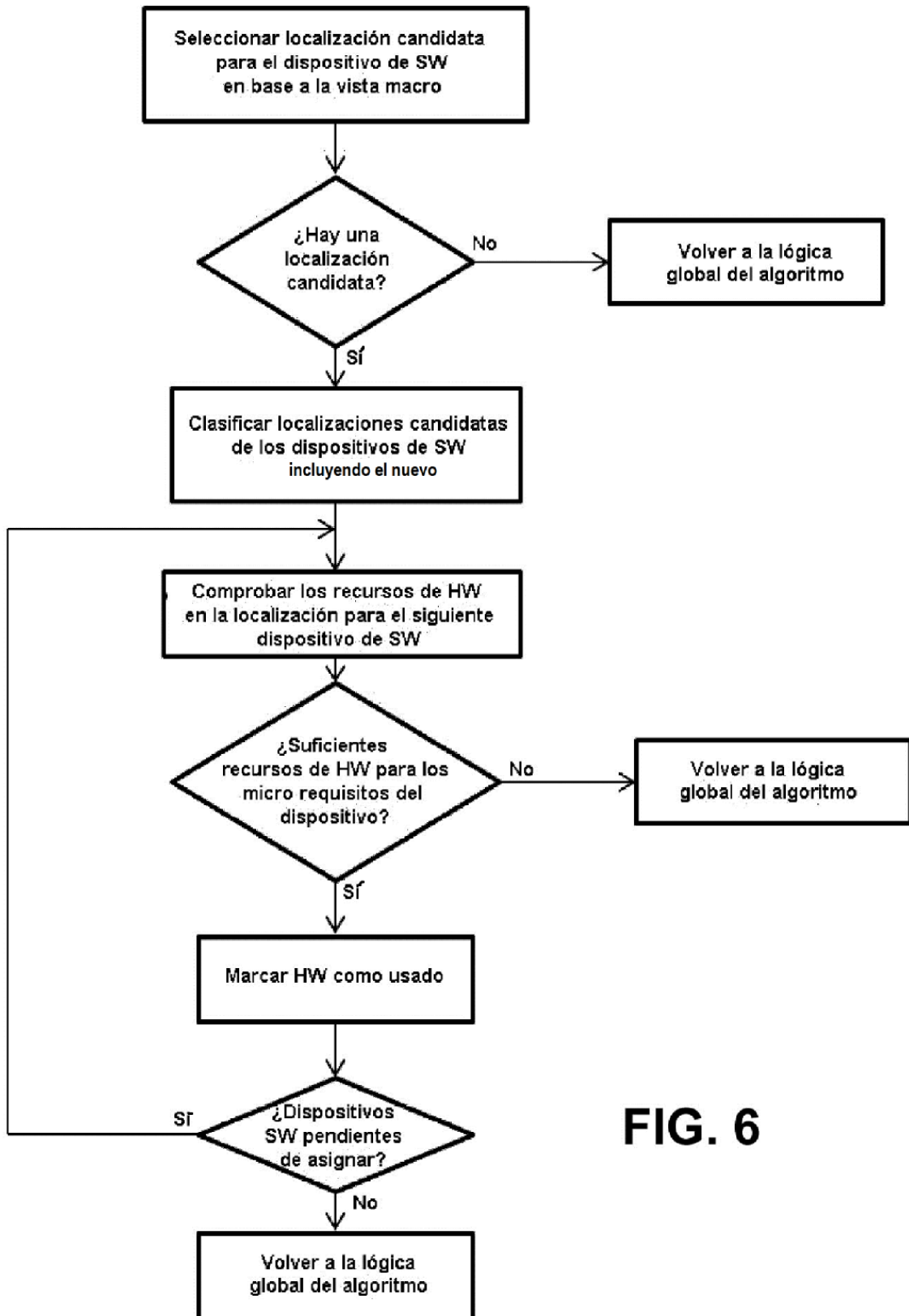


FIG. 6