

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 669 060**

51 Int. Cl.:

G06F 9/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.02.2009 PCT/FI2009/050112**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.09.2009 WO09109693**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.02.2009 E 09717327 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 2248019**

54 Título: **Disposición de procesamiento de datos**

30 Prioridad:

**07.03.2008 FI 20085217
18.07.2008 US 219328**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.05.2018

73 Titular/es:

**NOKIA TECHNOLOGIES OY (100.0%)
Keilalahdentie 4
02150 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**VAITOVIRTA, HANNU;
TERVONEN, HENRI y
HILLO, JARMO**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 669 060 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

Disposición de procesamiento de datos

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método y un aparato de procesamiento de datos en una red de comunicaciones.

10 Antecedentes de la invención

Los controladores de red en las presentes redes de comunicaciones, tales como los RNC (*Radio Network Controller*, controlador de red de radio) en las redes de 3G, tienen unas disposiciones de procesamiento de datos muy especializadas, que están dedicadas para el procesamiento de tipos específicos de procesos de soporte lógico. En un RNC, tales disposiciones de procesamiento de datos dedicadas se han diseñado para un procesamiento eficiente de los datos de plano de usuario y de plano de control. Una clave para el procesamiento eficiente de procesos de soporte lógico de plano de usuario y de control en un RNC es que los mismos se procesen en unidades de complemento separadas dentro del RNC, empleando diferentes tecnologías de procesamiento y diferentes sistemas operativos. Las diferentes tecnologías también implican múltiples entornos de programación, de depuración de errores y de encapsulamiento.

Un enfoque para aumentar adicionalmente la capacidad de procesamiento del procesamiento de plano de usuario y de plano de control en un RNC es aumentar la separación del procesamiento de plano de usuario y de control a más unidades de complemento dedicadas. No obstante, mejorar la capacidad de procesamiento mediante el aumento de la separación en las disposiciones de procesamiento de datos aumenta el tráfico de control entre las unidades separadas. Debido a las diferentes tecnologías que se usan en las unidades de complemento, la cantidad aumentada de tráfico de control introduce la necesidad de unas conexiones rápidas entre las unidades de complemento y unas conversiones entre las tecnologías de las unidades de complemento. Asimismo, con la separación aumentada, se hace cada vez más difícil lograr unas tasas de utilización buenas en la totalidad de las diferentes unidades de complemento que se diseñan para procesar tipos específicos de procesos de soporte lógico.

Por lo tanto, se necesita una nueva solución para mejorar la eficiencia de procesamiento y para aumentar la capacidad de la disposición de procesamiento de datos de un controlador de red de una red de comunicaciones.

35 DEAN NEUMANN: "*Intel Virtualization Technology in Embedded and Communications Infrastructure Applications*", *INTEL TECHNOLOGY JOURNAL*, vol. 10, n.º 03, 10 de agosto de 2006 divulga la virtualización de procesos de plano de control y de plano de usuario en procesadores de múltiples núcleos.

40 Divulgación de la invención

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es la provisión de una nueva técnica para aumentar la eficiencia de procesamiento y la capacidad de procesamiento de plano de control y de plano de usuario en un sistema de comunicaciones. El objetivo de la invención se logra mediante un método y un aparato tal como se expone en las reivindicaciones independientes. Las formas de realización preferidas de la invención se divulgan en las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con algunas formas de realización de la invención, tanto el procesamiento de plano de control como el procesamiento de plano de usuario se realizan en el mismo elemento de procesamiento de múltiples núcleos.

50 En una forma de realización de la invención, los recursos de procesamiento del elemento de procesamiento de múltiples núcleos se asignan al procesamiento de plano de control y al procesamiento de plano de usuario en función de la demanda, y los mensajes entre el procesamiento de plano de control y el procesamiento de plano de usuario se transfieren al interior del elemento de procesamiento de múltiples núcleos. Dicho de otra forma, el procesamiento de plano de control y el procesamiento de plano de usuario se separan de forma lógica en lugar de mediante la separación física que se emplea en los enfoques de la técnica anterior. La separación lógica quiere decir que el plano de usuario y el plano de control se implementan usando la misma tecnología de procesamiento, es decir, el mismo elemento de procesamiento de múltiples núcleos. Por lo tanto, el plano de control y el plano de usuario pueden usar los mismos recursos de procesamiento y tomar fácilmente carga de procesamiento uno de otro mediante la asignación de recursos de procesamiento en función de la necesidad.

60 En una forma de realización de la invención, el elemento de procesador de múltiples núcleos comprende un único circuito de procesador de múltiples núcleos integrado. Un medio de comunicación interno, tal como un bus interno, ofrece un ancho de banda casi ilimitado entre el plano de usuario y el plano de control. En otra forma de realización de la invención, el elemento de procesador de múltiples núcleos comprende una pluralidad de chips de procesador de múltiples núcleos integrados que están interconectados con un medio de transferencia de datos de alta velocidad, tal como un bus de alta velocidad, una memoria caché o una red, para formar un único elemento de procesamiento

de múltiples núcleos lógico. El rendimiento es óptimo debido a que la totalidad de las transferencias de mensajes tienen lugar en el interior de un único elemento de procesamiento. Se pueden utilizar múltiples sistemas operativos en el interior de un único elemento de procesamiento, o por la totalidad del elemento de procesamiento lógico, cada uno con una eficiencia máxima. La escalabilidad entre el plano de usuario, el plano de control y, opcionalmente, la capa de gestión de redes, se puede lograr también mediante la asignación de un número diferente de núcleos de procesador para diferentes fines. Por lo tanto, el rendimiento se puede afinar con precisión de forma óptima.

La invención ofrece unas ventajas significativas frente a los enfoques de la técnica anterior, en los que, debido a que las unidades de complemento emplean diferentes tecnologías, los recursos disponibles en algunas de las unidades de complemento no se pueden usar para procesar los procesos de soporte lógico de otra tecnología. La invención también evita el tráfico de control entre las unidades de complemento de plano de control y de usuario y las posibles conversiones entre las diferentes tecnologías que se usan en las unidades de complemento que se necesitan en los enfoques de la técnica anterior para la interacción entre procesos de soporte lógico.

15 Breve descripción de los dibujos

En lo sucesivo, la invención se describirá con mayor detalle por medio de algunas formas de realización preferidas con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

20 la figura 1A ilustra un ejemplo de un elemento de procesamiento de múltiples núcleos que se implementa por medio de un único chip de procesador de múltiples núcleos integrado;

25 la figura 1B ilustra un ejemplo de un elemento de procesamiento de múltiples núcleos que se implementa por medio de múltiples chips de procesador de múltiples núcleos integrados que están interconectados por un medio de comunicación de alta velocidad;

la figura 2A ilustra un entorno operativo típico de un aparato de acuerdo con una forma de realización de la invención;

30 la figura 2B ilustra un aparato de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

la figura 3 ilustra un diagrama de flujo de acuerdo con una forma de realización de la invención;

35 la figura 4 ilustra un diagrama de flujo de acuerdo con una forma de realización de la invención;

la figura 5 es un diagrama que ilustra una asignación de recursos de acuerdo con una forma de realización de la invención; y

40 la figura 6 es un diagrama que ilustra una configuración de núcleos de procesador de múltiples núcleos de acuerdo con una forma de realización de la invención.

Descripción detallada de la invención

45 Las siguientes formas de realización son a modo de ejemplo. A pesar de que la especificación se pueda referir a "una", "alguna" o "algunas" forma o formas de realización en varias ubicaciones, esto no quiere decir, necesariamente, que cada referencia de este tipo sea a la misma forma o formas de realización, o que la característica solo sea de aplicación a una única forma de realización. También se pueden combinar características individuales de diferentes formas de realización para proporcionar otras formas de realización.

50 En lo sucesivo, la invención se describe empleando el contexto y la terminología que se usan en el UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*, sistema de telecomunicaciones móviles universales) tal como se define en 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*, proyecto de asociación de 3ª generación), a pesar de que la invención se puede aplicar a otras redes y tecnologías, tales como la norma de GSM (*Global System for Mobile Communications*, sistema mundial para comunicaciones móviles), de WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*, interoperabilidad mundial para acceso por microondas), de WLAN (*Wireless Local Area Network*, red de área local inalámbrica), de LTE (*Long Term Evolution*, evolución a largo plazo), de HSPA (*High Speed Packet Access*, acceso de paquetes de alta velocidad) o de Bluetooth®, o cualquier otro medio de comunicación inalámbrica normalizado / no normalizado adecuado.

60 La figura 2A ilustra un entorno operativo a modo de ejemplo de un aparato de acuerdo con una forma de realización de la invención. En una forma de realización de la invención, el entorno operativo es una red de comunicaciones 100, tal como la red de UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*, sistema de telecomunicaciones móviles universales). La red de UMTS 100 comprende una parte de CN (*Core Network*, red medular) 102, una parte de UTRAN (*UMTS Terrestrial Radio Access Network*, red de acceso de radio terrestre de UMTS) 108 y unos UE (*User Equipment*, equipo de usuario) 116, 118. Los UE acceden a la red a través de una conexión de radio con la UTRAN para realizar llamadas o acceder a Internet, por ejemplo. El método de acceso en la UTRAN es un acceso

múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA, *Wideband Code Division Multiple Access*). La parte de CN de la red es responsable de conmutar y encaminar llamadas y conexiones de datos a las redes externas. La parte de UTRAN de la red maneja toda la funcionalidad relacionada con aspectos radioeléctricos en el UMTS. El UE puede acceder a la red a través de unos nodos de acceso de red 110, 112 y 114. En el UMTS, los nodos de acceso se denominan NodosB y los mismos proporcionan la conexión de radio entre el UE y la UTRAN. El controlador de red, RNC (*Radio Network Controller*, controlador de red de radio), de UMTS 104 y 106 gestiona los recursos de radio y es el punto de acceso servicios para los servicios que proporciona la UTRAN a la CN y los UE. Se debería hacer notar que la UTRAN es solo un ejemplo de una red de acceso de radio adecuada. Los principios de la invención se pueden aplicar a cualquier otra red de WCDMA, red de acceso inalámbrico o, de forma más general, a cualquier red de comunicación que tenga un procesamiento de plano de usuario y de plano de control.

El procesamiento de plano de usuario puede ser cualquier procesamiento que sea realizado por un nodo en una red de comunicaciones que se necesite para procesar una carga útil de usuario con el fin de reenviar la misma a través del nodo de red. El procesamiento de plano de control es cualquier procesamiento que sea realizado por el nodo de red, que se requiera para controlar el flujo de datos o de paquetes de plano de usuario, incluyendo la gestión del nodo de red.

Los procesadores que se utilizan en un controlador de red, tal como un RNC, pueden ser cualquier tipo de procesador capaz de ejecutar procesos de soporte lógico. No obstante, debido a que es necesario que muchos procesos de soporte lógico se ejecuten de forma concurrente en un RNC, los procesadores han de soportar la ejecución concurrente de los procesos de soporte lógico. Una ejecución concurrente eficiente en la unidad de procesamiento requiere que las conexiones que se usan en la interacción sean rápidas.

De acuerdo con un aspecto de la invención, tanto el procesamiento de plano de control como el procesamiento de plano de usuario se realizan en el mismo elemento de procesamiento de múltiples núcleos de tal modo que los recursos de procesamiento del elemento de procesamiento de múltiples núcleos se asignan al procesamiento de plano de control y al procesamiento de plano de usuario en función de la demanda, y los mensajes entre el procesamiento de plano de control y el procesamiento de plano de usuario se transfieren al interior del elemento de procesamiento de múltiples núcleos.

En una forma de realización de la invención, el elemento de procesador de múltiples núcleos comprende un único circuito de procesador de múltiples núcleos integrado. Haciendo referencia a la figura 1A, un procesador de múltiples núcleos (o un procesador múltiple de nivel de chip) combina cualquier número N de núcleos (CPU) 2 independientes para dar un único encapsulado que está compuesto por un único chip de circuito integrado (CI) o más chips que se encapsulan de forma conjunta. Un procesador de doble núcleo contiene dos núcleos, y un procesador de cuádruple núcleo contiene cuatro núcleos. Un microprocesador de múltiples núcleos es capaz de implementar un procesamiento múltiple en un único encapsulado físico. Los núcleos 2 en un dispositivo de múltiples núcleos pueden compartir una única memoria caché coherente 4 al nivel más alto de la memoria caché en el dispositivo o pueden tener unas memorias caché separadas. Los núcleos dentro de un encapsulado de circuito integrado de procesador de múltiples núcleos también se pueden conectar uno con otro a través de buses internos, proporcionando por lo tanto unas conexiones de alto ancho de banda entre los núcleos y, por lo tanto, entre los procesos de soporte lógico que interactúan que se ejecutan en los núcleos. Los núcleos también pueden compartir la misma interfaz 6 con el resto del aparato 8. Por ejemplo, la interfaz 6 puede ser un bus de alta velocidad o una red. La tecnología de red puede estar basada en Ethernet o en IP (*Internet Protocol*, protocolo de Internet) o ser cualquier otra tecnología adecuada. Los ejemplos de los procesadores de múltiples núcleos incluyen los procesadores de tipo SoC OCTEON CN58XX, CN57XX, CN56XX, CN55XX, CN54XX, CN38XX, CN31XX y CN30XX, con de 1 a 16 núcleos en un chip, facilitados por Cavium Networks.

En otra forma de realización de la invención, el elemento de procesador de múltiples núcleos comprende una pluralidad de chips de procesador de múltiples núcleos integrados 12 que están interconectados con un medio de transferencia de datos de alta velocidad 14, tal como un bus de alta velocidad, una memoria caché o una red, para formar un único elemento de procesamiento de múltiples núcleos lógico, tal como se ilustra en la figura 1B. La tecnología de red puede estar basada en Ethernet o en IP (*Internet Protocol*, protocolo de Internet) o ser cualquier otra tecnología adecuada.

La figura 2B ilustra un aparato 200 de acuerdo con una forma de realización a modo de ejemplo de la invención. A pesar de que el aparato se ha ilustrado como una entidad, se pueden implementar diferentes módulos y memoria en una o más entidades físicas o lógicas. De acuerdo con la forma de realización de la invención, el aparato es un controlador de red que controla las comunicaciones en una red de comunicaciones. En concreto, el aparato puede ser un controlador de red de radio RNC que se puede operar en una red de acceso de radio, tal como el RNC 104 o 106 en la figura 1. El aparato 200 puede comprender una unidad de Tx / Rx (de transección) 206 para comunicarse con otros dispositivos y sistemas, tales como la CN 102, otro RNC o los NodosB 110, 112 o 114, al igual que en la figura 1. La unidad de Tx / Rx puede recibir y transmitir mensajes o cualquier otra comunicación. Los mensajes u otras comunicaciones pueden estar asociados con los servicios que son ofrecidos por un RNC a los NodosB de conexión y la CN. Los servicios pueden ser, por ejemplo, configurar, modificar y liberar portadores, radiobúsqueda, etc. Un ejemplo típico de un servicio que es ofrecido por un RNC es el servicio de originar o terminar las llamadas a

los UE que conectan con un RNC a través de NodosB.

El aparato 200, tal como un RNC, también puede comprender una unidad de procesamiento 204 que dota al aparato de los recursos de procesamiento de datos que se necesitan para sus operaciones. Los recursos de procesamiento de datos en la unidad de procesamiento se pueden asignar para ejecutar un código de programa que está almacenado en el aparato. El código de programa se puede ejecutar como procesos de soporte lógico en los procesadores de la unidad de procesamiento. En algunas formas de realización a modo de ejemplo de la invención, la unidad de procesamiento se puede implementar por medio del elemento de procesador de múltiples núcleos que se ha descrito en lo que antecede con referencia a las figuras 1A y 1B.

El modo de funcionamiento de cada núcleo de un procesador de múltiples núcleos se puede definir en la memoria del procesador de múltiples núcleos. Por lo tanto, los núcleos se pueden ajustar para dedicarse para procesar determinados tipos de procesos de soporte lógico. En una forma de realización de la invención, los núcleos de procesador de múltiples núcleos se pueden encontrar en un modo de funcionamiento para procesar procesos de soporte lógico que necesitan un procesamiento en tiempo real o en un modo de funcionamiento para procesar procesos de soporte lógico con unos requisitos de retardo menos estrictos. Los datos de plano de usuario necesitan un procesamiento en tiempo real, mientras que el requisito de temporización de unos datos de plano de control es menos estricto. Por consiguiente, en algunas formas de realización a modo de ejemplo de la invención, los modos de funcionamiento de los núcleos de procesador de múltiples núcleos para procesar datos de plano de usuario y datos de plano de control se pueden denominar el modo de procesador de red y de servidor, de forma respectiva. Para cumplir con los requisitos de retardo, se puede usar un RTOS (*Real-Time Operating System*, sistema operativo en tiempo real) como un sistema operativo en el modo de procesador de red, o no se puede usar en absoluto un sistema operativo. Linux es un ejemplo de un sistema operativo adecuado para usarse en el modo de servidor.

En un RNC, los modos de funcionamiento pueden ser procesamiento de plano de control y de plano de usuario, por ejemplo. Por lo tanto, los modos de funcionamiento de los núcleos de un procesador de múltiples núcleos se pueden ajustar para procesar procesos de soporte lógico o bien de plano de usuario o bien de plano de control.

Se puede proporcionar una unidad de control 202 para controlar el funcionamiento del aparato 200 y las unidades en el mismo. En una forma de realización de la invención, la unidad de control 202 controla el funcionamiento de la unidad de procesamiento 204 del aparato. La unidad de control 202 puede realizar una gestión de recursos de la unidad de procesamiento 204. Por lo tanto, la unidad de control 202 puede ser capaz de asignar los recursos de procesamiento de datos a partir de la unidad de procesamiento 204 para la ejecución de procesos de soporte lógico. La unidad de control 202 también puede comprender o conectarse con una memoria que almacena una información que se necesita en la gestión de recursos de los recursos de unidad de procesamiento de datos. La información puede ser unos parámetros operativos de la unidad de procesamiento 204, información acerca de recursos asignados y no asignados en la unidad de procesamiento 204, e información acerca de la ejecución de procesos de soporte lógico en la unidad de procesamiento 204. Los parámetros operativos pueden comprender unas reglas de asignación de recursos que se van a aplicar a los recursos de procesamiento de datos de la unidad de procesamiento y la información de configuración de unidad de procesamiento. La información de configuración de unidad de procesamiento comprende la información que define los modos de funcionamiento de los núcleos de procesador de múltiples núcleos en la unidad de procesamiento 204.

El aparato 200 puede incluir adicionalmente una OMU (*Operations and Maintenance Unit*, unidad de operaciones y de mantenimiento) 208 que proporciona una interfaz de gestión a los parámetros operativos del aparato 200. En una forma de realización de la invención, la OMU 208 se puede usar para gestionar los parámetros operativos de la unidad de procesamiento 202. La OMU 208 puede ser conectada por, por ejemplo, un ingeniero de soporte que usa una conexión de IP (*Internet Protocol*, protocolo de Internet), y el ingeniero de soporte puede gestionar los parámetros operativos a través de una interfaz de gestión, tal como una interfaz basada en web. A través de la interfaz de gestión, el ingeniero puede definir los parámetros operativos de la unidad de procesamiento 204. La interfaz de gestión se puede usar para subir archivos de parámetros operativos o realizar selecciones para los parámetros operativos de la unidad de procesamiento 204. A partir de la OMU 208, los parámetros operativos se pueden transmitir a la unidad de control 202 que controla la unidad de procesamiento. La unidad de control 202 puede aplicar, a continuación, los parámetros operativos recibidos al controlar la unidad de procesamiento 204. Además de lo anterior, la OMU 208 puede recopilar y almacenar información de operaciones y de gestión, tal como información de registro de eventos de las diversas unidades 202 - 208 del aparato 200.

En algunas formas de realización de la invención, además de la unidad de procesamiento 204, también una o más de las otras unidades funcionales 202, 206 y 208 se pueden implementar en el elemento de procesador de múltiples núcleos que se ha descrito en lo que antecede con referencia a las figuras 1A y 1B.

En la figura 3, se ilustran unas etapas de procesamiento para una unidad de control de acuerdo con una forma de realización de la invención. En la presente forma de realización de la invención, el control es la unidad de control 202 del aparato 200 de la figura 2B. La figura 2A ilustra el entorno operativo a modo de ejemplo cuando el aparato 200 es un RNC.

El proceso en la figura 3 se inicia en 300. En 302, la unidad de control 202 determina que se necesitan recursos de procesamiento de datos en el aparato (por ejemplo, un RNC) para ejecutar uno o más procesos de soporte lógico. En una forma de realización de la invención, los recursos de procesamiento de datos se asignan a partir de una unidad de procesamiento que comprende uno o más procesadores de múltiples núcleos, tal como se ilustra en las figuras 1A y 1B.

En una forma de realización de la invención, la unidad de control 202 determina que se van a asignar recursos de procesamiento de datos, en función del mensaje que se recibe en la unidad de Tx / Rx del aparato 200. Por ejemplo, el mensaje puede ser un mensaje de RACH (*Random Access Channel*, canal de acceso aleatorio) que se recibe del UE que accede a la red. Por consiguiente, el mensaje de RACH identifica una necesidad de recursos de procesamiento de datos dentro del aparato 200 (por ejemplo, un RNC) para la ejecución de uno o más procesos de soporte lógico que están asociados con el procedimiento de RACH del UE. La necesidad de recursos se puede identificar como un número de núcleos de procesador de múltiples núcleos en un determinado modo de funcionamiento que se necesita para ejecutar los procesos de soporte lógico.

En 304, el tipo y el número requeridos de los recursos se determinan en la unidad de control 202. En una forma de realización de la invención, la unidad de control 202 determina el número y los modos de funcionamiento de los núcleos de procesador de múltiples núcleos a asignar a los uno o más procesos de soporte lógico.

En 306, la unidad de control 202 determina la disponibilidad de recursos en la unidad de procesamiento 204. La disponibilidad de recursos indica el número de unidades de recurso disponibles en la unidad de procesamiento 204. Una disponibilidad alta quiere decir que la unidad de procesamiento tiene capacidad no usada a asignar. Una disponibilidad baja quiere decir que la unidad de procesamiento 204 tiene poca capacidad no usada a asignar. Cuando la unidad de procesamiento 204 comprende unas unidades de recurso en diferentes modos de funcionamiento, la disponibilidad de recursos indica el número de unidades de recurso disponibles por cada modo de funcionamiento. Los modos de funcionamiento iniciales de las unidades de recurso se pueden determinar en la fase de arranque de sistema por medio de la configuración u otros parámetros operativos. En una forma de realización de la invención, en la que la unidad de control 202 controla el funcionamiento de los procesadores de múltiples núcleos en el aparato 200, la unidad de control 202 determina la disponibilidad de recursos de cada procesador de múltiples núcleos. Por consiguiente, la disponibilidad de recursos indica el número de núcleos disponibles en cada procesador de múltiples núcleos. Cuando los núcleos de procesador de múltiples núcleos tienen diferentes modos de funcionamiento, tales como unos modos de funcionamiento para procesar datos de plano de control o de plano de usuario, la disponibilidad de recursos indica el número de núcleos disponibles en cada modo de funcionamiento.

En 308, se determina, en función de los recursos requeridos que se determinan en 304 y los recursos disponibles que se determinan en 306, si hay suficientes recursos a asignar. Por lo tanto, en 308 la disponibilidad de recursos de un procesador de múltiples núcleos se compara con los recursos requeridos. En una forma de realización de la invención, en 308 los recursos que son requeridos por uno o más procesos de soporte lógico se comparan con la disponibilidad de recursos de cada procesador de múltiples núcleos. Si las disponibilidades de recursos de cada uno de los procesadores de múltiples núcleos indican que no está disponible el número solicitado de recursos, se determina que no hay recurso alguno disponible en los procesadores de múltiples núcleos para procesar los procesos de soporte lógico y el procesamiento continúa a 310.

Cuando los recursos se solicitan para procesos de soporte lógico que necesitan interaccionar, es preferible que tales procesos se ejecuten de tal modo que se habilite una comunicación eficiente entre los procesos. De acuerdo con una forma de realización de la invención que emplea procesadores de múltiples núcleos, los núcleos para ejecutar los procesos de soporte lógico se deberían asignar a partir del mismo procesador de múltiples núcleos para unas comunicaciones eficientes entre los procesos. Por lo tanto, en 308 los recursos solicitados en cada modo de funcionamiento para los procesos de soporte lógico se comparan con los números y modos de los núcleos que están disponibles en cada procesador de múltiples núcleos. Si ninguno de los procesadores de múltiples núcleos tiene el número solicitado de núcleos en los modos solicitados, se determina que no hay recurso alguno disponible y el procesamiento continúa a 310.

En 312, se determina si el valor de disponibilidad de recursos que se determina en 306 se encuentra por encima de o a un valor umbral. La comparación entre la disponibilidad de recursos y el umbral se puede hacer a todos los procesadores de múltiples núcleos y las disponibilidades de recursos respectivas. El valor umbral puede ser uno de los parámetros operativos que se pueden definir a través de la OMU. Por ejemplo, el umbral se puede ajustar para corresponderse con un 70 % de los recursos. Si el estatus de disponibilidad de recursos del tipo de recurso requerido se encuentra por encima de un valor umbral, el recurso solicitado está disponible y el procesamiento continúa a 314.

En 310, la unidad de control genera un mensaje de ALARMA que genera una alarma de una posible sobrecarga en la unidad de procesamiento debido a la carencia de recursos. Por ejemplo, el mensaje se puede transmitir a la OMU para almacenarse en un registro de alarmas de sistema. El mensaje de ALARMA puede identificar que los procesos de soporte lógico no se ejecutaron debido a no tener recursos de procesamiento o que se ha alcanzado un umbral para la disponibilidad de recursos. Por consiguiente, el mensaje de ALARMA puede identificar los procesos de

soporte lógico que no se ejecutaron debido a la carencia de recursos y los recursos, tales como procesadores de múltiples núcleos, que no tienen núcleos disponibles o han alcanzado el valor umbral en la disponibilidad de recursos. Adicionalmente, también se puede identificar la carencia de núcleos en un determinado modo de funcionamiento.

5 En 314, la unidad de control determina las unidades de recurso a asignar a los uno o más procesos de soporte lógico. La asignación de unidades de recurso se realiza en función de la disponibilidad de recursos y se determinan los recursos requeridos, de forma respectiva, en 306 y 304. En la asignación de las unidades de recurso, se puede usar una multiplexión estadística para compartir la carga entre las unidades de recurso dentro de la unidad de procesamiento.

10 En una forma de realización de la invención, se han configurado los modos de funcionamiento de los núcleos de procesador de múltiples núcleos en uno o más procesadores de múltiples núcleos, por ejemplo en la fase de arranque de sistema. En un caso de este tipo, en 314 la unidad de control asigna núcleos a partir del elemento de procesamiento de acuerdo con los modos de funcionamiento configurados.

15 En una forma de realización de la invención, la unidad de control asigna recursos para dos o más procesos de soporte lógico que interaccionan. Los núcleos para ejecutar los procesos de soporte lógico se seleccionan de entre los procesadores de múltiples núcleos de tal modo que los núcleos residen dentro del mismo procesador de múltiples núcleos con el fin de posibilitar un envío de mensajes eficiente durante la ejecución de los procesos de soporte lógico que interaccionan.

20 Cuando los procesos de soporte lógico que interaccionan se ejecutan en el mismo procesador de múltiples núcleos, la interacción de los procesos de soporte lógico es eficiente debido a las conexiones de alto ancho de banda entre los núcleos dentro del mismo encapsulado de procesador. Se pueden lograr beneficios adicionales con la asignación de recursos como en lo que antecede, cuando los núcleos del procesador de múltiples núcleos usan la misma memoria, tal como una memoria caché común dentro del procesador de múltiples núcleos. En un caso de este tipo, la información se puede almacenar en y leerse a partir de la memoria común, y la interacción entre los procesos de soporte lógico es eficiente.

25 En una forma de realización de la invención, en 314 la unidad de control puede asignar recursos a partir de la unidad de procesamiento en función de los parámetros operativos. Los parámetros operativos pueden dar lugar a que la unidad de control asigne recursos de acuerdo con diferentes situaciones, por ejemplo mediante el uso de estadísticas de la carga de núcleos de procesador de múltiples núcleos, mezcla de tráfico medida o estimada, un instante del día, la semana, el mes o el año o cualquier otro método que supervisa o predice el comportamiento futuro del sistema. Los parámetros operativos que definen la asignación de recursos en diferentes situaciones como en lo que antecede se pueden configurar a través de la OMU, tal como se describirá en lo sucesivo.

30 En una forma de realización, los modos de funcionamiento iniciales de los núcleos de procesador de múltiples núcleos se pueden cambiar de acuerdo con los parámetros operativos con el fin de posibilitar una asignación óptima de los recursos de procesamiento en 314. Los parámetros operativos pueden definir la configuración del elemento de procesamiento en los números de los núcleos de los diferentes modos de funcionamiento en diferentes situaciones como en lo que antecede. La posibilidad de cambiar los modos de funcionamiento posibilita una escalabilidad en los números de los núcleos que se asignan para diferentes modos de funcionamiento, tales como los modos de procesamiento de plano de usuario y de plano de control. En los elementos de procesamiento pequeños, puede ser preferible que los números de los núcleos en cada modo de funcionamiento se fijen para asegurar suficientes recursos en cada modo. Por lo tanto, para permitir una multiplexión estadística en la compartición de carga, el número de núcleos en el elemento de procesamiento debería ser grande, por ejemplo más alto que 20, preferiblemente más alto que 50, y más preferiblemente más alto que 100.

35 En una forma de realización de la invención, el proceso que se ilustra en la figura 3 puede formar un bucle, en el que, después de que se hayan asignado los recursos para procesos de soporte lógico en 314, la ejecución del proceso vuelve a 302 para asignar recursos de procesamiento de acuerdo con una nueva necesidad para procesar recursos que se determina en 302.

40 En una forma de realización de la invención, cuando la tasa de utilización de la unidad de procesamiento se encuentra a un nivel alto, la disponibilidad de recursos en 308 en el proceso de la figura 3 puede indicar que no hay recurso alguno disponible para su ejecución a nuevos procesos de soporte lógico. En un caso de este tipo, la unidad de control puede determinar que es necesario cambiar la configuración de la unidad de procesamiento para asignar recursos a ambos de los procesos que ya se están ejecutando en la unidad de procesamiento y los nuevos procesos de soporte lógico. Por consiguiente, cuando la unidad de procesamiento comprende uno o más procesadores de múltiples núcleos, la unidad de control cambia los modos de funcionamiento de los núcleos con el fin de asignar el número requerido de núcleos a los nuevos procesos de soporte lógico. En una forma de realización a modo de ejemplo, los modos de funcionamiento de los núcleos de los procesadores de múltiples núcleos en la unidad de procesamiento se cambian de tal modo que el número requerido de núcleos en cada modo de funcionamiento se pueden asignar dentro de un único procesador de múltiples núcleos para posibilitar una interacción rápida entre

procesos de soporte lógico que interaccionan. Como una ventaja, se mejora la tasa de utilización de los núcleos y los procesadores de múltiples núcleos y se pueden ejecutar los nuevos procesos de soporte lógico.

El proceso finaliza en 316.

5 En la figura 4, se ilustran unas etapas de procesamiento para una unidad de control de acuerdo con una forma de realización de la invención, en la que los parámetros operativos de la unidad de control son establecidos por la OMU. En la forma de realización de la invención, la unidad de control y la OMU pueden ser, por ejemplo, la unidad de control 202 y la OMU 208 en el RNC 200 de la figura 2B. La figura 2A ilustra un entorno operativo a modo de ejemplo de un RNC, en el que se puede implementar la unidad de control. El proceso se inicia en 400. En 402, los parámetros operativos se reciben en la unidad de control en un mensaje a partir de la OMU. En función de los parámetros operativos recibidos, la unidad de control controla el funcionamiento de la unidad de procesamiento. Los parámetros operativos se pueden recibir, por ejemplo, como archivos que se almacenan a continuación en la unidad de control.

15 En una forma de realización de la invención, en 402 la unidad de control recibe unos parámetros operativos en un mensaje a partir de la OMU que define los modos de funcionamiento de los procesadores de múltiples núcleos en la unidad de procesamiento. En un caso de este tipo, los parámetros operativos definen el número de núcleos en la unidad de procesamiento en cada modo de funcionamiento.

20 En una forma de realización, la unidad de control recibe en 402 a partir de la OMU un mensaje que indica que la distribución de núcleos en cada procesador de múltiples núcleos se debería ajustar a los modos de funcionamiento de plano de control y de usuario, por ejemplo un 20 % de los núcleos dedicados para el plano de control y un 80 % de los núcleos dedicados para el procesamiento de plano de usuario.

25 En una forma de realización de la invención, los parámetros operativos que se reciben de la OMU en 402 pueden ser aplicables solo en un determinado instante del día, tal como durante el día, durante la noche, o una determinada semana, mes o año, o los parámetros operativos se pueden aplicar dependiendo de la cantidad de tráfico, tal como de acuerdo con la carga de tráfico, por ejemplo de acuerdo con situaciones de tráfico elevado y de tráfico bajo. Los parámetros operativos también se pueden ajustar para corresponderse con una mezcla de tráfico que se puede medir o estimar. Por consiguiente, diferentes parámetros operativos se pueden recibir de la OMU con una información adjunta que identifica cuándo se debería hacer uso de los mismos.

35 En una forma de realización de la invención, el mensaje que se recibe de la OMU en 402 comprende un umbral de disponibilidad de recursos que se va a usar en la asignación de los recursos de núcleos a procesos de soporte lógico. La unidad de control almacena el nuevo umbral en 404. Entonces, en el proceso de la figura 3, el nuevo parámetro umbral se usa en la etapa 312. Por consiguiente, el umbral de disponibilidad de recursos que se recibe de la OMU afecta a la sensibilidad para desencadenar una alarma en el proceso de la figura 3.

40 En una forma de realización de la invención, los parámetros operativos que se reciben de la OMU en 402 indican a la unidad de control que ha aumentado o disminuido el número de recursos en la unidad de procesamiento. Este puede ser el caso cuando el número de procesadores de múltiples núcleos y, por lo tanto, el número de núcleos ha cambiado en la unidad de procesamiento del RNC. Cuando se recibe un mensaje de este tipo a partir de la OMU, puede ser necesario que la unidad de control vuelva a hacer uso de los parámetros operativos en la unidad de procesamiento. La indicación de que el número de recursos en la unidad de procesamiento ha cambiado también se puede recibir en la unidad de control con la otra información que se recibe de la OMU, tal como se ha explicado en lo que antecede.

45 En 404, se hace uso de los parámetros operativos recibidos. En la forma de realización de la invención, se hace uso de los modos de funcionamiento de los procesadores de múltiples núcleos. Cuando los parámetros operativos definen el número de núcleos o la distribución de núcleos en cada modo de funcionamiento, la unidad de control ajusta los modos de operaciones de los núcleos en los procesadores de múltiples núcleos en consecuencia.

50 En la forma de realización de la invención, en la que los parámetros operativos que se reciben de la OMU en 402 están acompañados de una información que identifica cuándo se debería hacer uso de los mismos, en 404, se hace uso de los parámetros operativos de acuerdo con la información adjunta.

55 En 406, los recursos se pueden asignar a uno o más procesos de soporte lógico de acuerdo con los nuevos parámetros operativos, tal como se ilustra en el proceso de la figura 3. La indicación recibida en 402 de que se han aumentado o disminuido los recursos se tiene en cuenta en la unidad de control en la asignación de recursos.

El proceso finaliza en 408.

60 En la figura 5, se ilustra la asignación de recursos de acuerdo con las formas de realización anteriores de la invención. Las columnas 502 y 504 representan diferentes distribuciones de núcleos en el procesamiento del RNC, tal como el RNC 200 en la figura 2A. La columna 502 representa la distribución de núcleos entre dos modos de

funcionamiento de los núcleos. Los modos de funcionamiento de los núcleos se pueden ajustar al igual que en el proceso que se describe en la figura 4. Por consiguiente, la columna 502 representa la configuración durante el día de los núcleos entre dos modos de funcionamiento. En ella, la mayor parte 506 de los núcleos de procesador de múltiples núcleos en la unidad de procesamiento se asigna para procesar procesos de soporte lógico de plano de control, y la menor parte 510 se asigna para procesar procesos de soporte lógico de plano de usuario. La columna 504, por otro lado, describe la configuración de núcleos durante la noche. Entonces, la mayor parte 512 de los núcleos de procesador de múltiples núcleos en la unidad de procesamiento se asigna para procesar procesos de soporte lógico de plano de usuario, y la menor parte se asigna para procesar procesos de soporte lógico de plano de control 508. Los ejemplos anteriores de configuraciones de núcleos de procesador dentro del RNC son a modo de ejemplo y, en la práctica, son determinados por los patrones de tráfico de la red en la que está operando el RNC. Por lo tanto, para la eficiencia óptima en el uso de los recursos de la unidad de procesamiento, las configuraciones de núcleos se deberían determinar para cada RNC por separado.

La figura 6 ilustra una configuración de núcleos de procesador de múltiples núcleos de acuerdo con una forma de realización de la invención, en la que la configuración de recursos de la unidad de procesamiento se ha cambiado debido a un aumento en los recursos de procesamiento, tal como una unidad de complemento que comprende procesadores de múltiples núcleos. Las columnas 602 y 604 ilustran el número total de núcleos en una unidad de procesamiento, tal como una unidad de procesamiento 204 en la figura 2A. En la columna 602, la unidad de control está configurada para asignar recursos a partir de 192 núcleos de procesador de múltiples núcleos en la unidad de procesamiento según sea autorizado por un archivo de configuración 1. En la columna 604, un archivo de configuración 2 permite la asignación de recursos de 256 núcleos de procesador de múltiples núcleos. Por consiguiente, la unidad de control se puede configurar a través de la OMU de acuerdo con el proceso que se presenta en la figura 4 para controlar también un número aumentado de núcleos de procesador de múltiples núcleos.

Las etapas / puntos, los mensajes de señalización y las funciones relacionadas que se han descrito en lo que antecede en las figuras 3 y 4 no se encuentran en orden cronológico absoluto alguno, y algunas de las etapas / puntos se pueden realizar de forma simultánea o en un orden diferente del dado. También se pueden ejecutar otras funciones entre las etapas / puntos o dentro de las etapas / puntos y otros mensajes de señalización que se envían entre los mensajes ilustrados. Algunas de las etapas / puntos o parte de las etapas / puntos también se pueden excluir o sustituir por una etapa / punto correspondiente o parte de la etapa / punto. Las operaciones de unidad de control y de unidad de procesamiento ilustran un procedimiento que se puede implementar en una o más entidades físicas o lógicas.

La presente invención es aplicable a cualquier aparato, tal como un terminal de usuario, un servidor, una estación de base, un punto de acceso, una pasarela, un controlador de red o un componente correspondiente, y / o a cualquier sistema de comunicación o cualquier combinación de diferentes sistemas de comunicación que procesan datos de plano de usuario y de plano de control. El sistema de comunicación puede ser un sistema de comunicación fijo o un sistema de comunicación inalámbrica o un sistema de comunicación que utiliza tanto redes fijas como redes inalámbricas. Los protocolos que se usan, las especificaciones de los sistemas de comunicación, los servidores, las estaciones de base, los puntos de acceso, los controladores de red, las pasarelas y los terminales de usuario u otros aparatos, en especial en la comunicación inalámbrica, se desarrollan con rapidez. Tal desarrollo puede requerir cambios adicionales a una forma de realización. Por lo tanto, todas las palabras y expresiones se deberían interpretar en un sentido amplio y las mismas tienen por objeto ilustrar, y no restringir, la forma de realización.

Los aparatos, tales como los terminales de usuario, los servidores, las estaciones de base, los puntos de acceso, las pasarelas, los controladores de red o los componentes correspondientes, y / u otros dispositivos o aparatos correspondientes que implementan la funcionalidad de un aparato correspondiente que se describe con una forma de realización comprenden no solo medios de la técnica anterior, sino también medios para procesar datos de plano de control de un sistema de comunicación en un elemento de procesamiento de múltiples núcleos y medios para procesar datos de plano de usuario del sistema de comunicación en el mismo elemento de procesamiento de múltiples núcleos. Además, los mismos pueden comprender unos medios para asignar los recursos de procesamiento del elemento de procesamiento de múltiples núcleos al procesamiento de plano de control y al procesamiento de plano de usuario en función de la demanda y unos medios para realizar transferencias de mensajes entre el procesamiento de plano de control y el procesamiento de plano de usuario en el interior del elemento de procesamiento de múltiples núcleos. Más precisamente, estos comprenden unos medios para implementar la funcionalidad de un aparato correspondiente que se describe con una forma de realización y los mismos pueden comprender unos medios separados para cada función separada, o unos medios se pueden configurar para realizar dos o más funciones. Los presentes aparatos comprenden unos procesadores y una memoria que se pueden utilizar en una forma de realización. Por ejemplo, la unidad de control 202 puede ser un controlador, una aplicación de soporte lógico o un módulo, o una unidad que está configurada como una operación aritmética o como un programa (incluyendo una rutina de soporte lógico añadida o actualizada), que es ejecutado por un procesador de operaciones. Los programas, que también se denominan productos de programa, incluyendo rutinas de soporte lógico, miniaplicaciones y macros, se pueden almacenar en cualquier medio de almacenamiento de datos legible por aparato y los mismos incluyen unas instrucciones de programa para realizar tareas particulares. Todas las modificaciones y configuraciones que se requieren para implementar la funcionalidad de una forma de

realización se pueden realizar como rutinas, que se pueden implementar como rutinas de soporte lógico añadidas o actualizadas, circuitos de aplicación (ASIC) y / o circuitos programables. Además, se pueden descargar rutinas de soporte lógico en un aparato. El aparato, tal como un terminal de usuario, un servidor, una estación de base, un punto de acceso, una pasarela, un controlador de red o un componente correspondiente, se puede configurar como un ordenador o un microprocesador, tal como un elemento informático de un único chip, que incluye al menos una memoria para proporcionar un área de almacenamiento que se usa para una operación aritmética y un procesador de operaciones para ejecutar la operación aritmética. Un ejemplo del procesador de operaciones incluye una unidad de procesamiento central. La memoria puede ser una memoria extraíble que está conectada de forma desmontable al aparato.

5

10

A un experto en la materia le resultará obvio que, a medida que progresa la tecnología, el concepto inventivo se puede implementar de diversas formas. La invención y sus formas de realización no se limitan a los ejemplos que se han descrito en lo que antecede sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método, que comprende:

5 procesar datos de plano de control y datos de plano de usuario de un sistema de comunicación en un procesador de múltiples núcleos,
estando el método **caracterizado por** asignar (314) un número de núcleos de procesador del procesador de
múltiples núcleos al procesamiento de plano de control y asignar (314) un número de núcleos de procesador al
procesamiento de plano de usuario en función de la demanda con el plano de control y el plano de usuario
10 usando los mismos recursos de procesamiento y tomando carga de procesamiento uno de otro mediante la
asignación de recursos de procesamiento en función de la necesidad.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

15 realizar transferencias de mensajes entre el procesamiento de plano de control y el procesamiento de plano de
usuario en el interior del procesador de múltiples núcleos.

3. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que el procesador de múltiples núcleos comprende un
único circuito de procesador de múltiples núcleos integrado.

20 4. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que el procesador de múltiples núcleos comprende
una pluralidad de chips de procesador de múltiples núcleos integrados que están interconectados con un medio de
transferencia de datos de alta velocidad para formar un único procesador de múltiples núcleos lógico.

25 5. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende adicionalmente:

asignar los núcleos de procesador del procesador de múltiples núcleos al procesamiento de plano de control y al
procesamiento de plano de usuario en función de una situación de carga, una mezcla de tráfico o un instante del
día, de la semana, del mes o del año.

30 6. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende adicionalmente:

asignar un número diferente de núcleos del procesador de múltiples núcleos al procesamiento de plano de
control y al procesamiento de plano de usuario en función de la configuración.

35 7. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende adicionalmente:

hacer funcionar una pluralidad de los núcleos del procesador de múltiples núcleos en un modo de procesador de
red para el procesamiento de plano de usuario, y hacer funcionar una pluralidad de núcleos diferentes del
procesador de múltiples núcleos en un modo de servidor para el procesamiento de plano de control.

40 8. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que un número de núcleos en el
procesador de múltiples núcleos es superior a 20.

45 9. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende adicionalmente:

determinar (302) una necesidad de núcleos de procesador en el procesador de múltiples núcleos; determinar
(304) un número de núcleos de procesador a asignar en el procesador de múltiples núcleos;
determinar (306) si el procesador de múltiples núcleos tiene disponible el número determinado de núcleos de
procesador; y
50 si está disponible el número de núcleos de procesador, asignar (314) el número de núcleos de procesador a
partir del procesador de múltiples núcleos.

55 10. Un programa informático que comprende un código ejecutable que, cuando es ejecutado por unos medios de
procesamiento, da lugar a que este realice un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

11. Un aparato, que comprende:

60 unos medios de procesamiento de datos de plano de control (204) que están adaptados para procesar datos de
plano de control de un sistema de comunicación en un procesador de múltiples núcleos; y
unos medios de procesamiento de datos de plano de usuario (204) que están adaptados para procesar datos de
plano de usuario del sistema de comunicación en el procesador de múltiples núcleos;
caracterizado por unos medios de asignación (202) que están adaptados para asignar un número de núcleos de
procesador del procesador de múltiples núcleos al procesamiento de plano de control y un número de núcleos de
65 procesador al procesamiento de plano de usuario en función de la demanda con el plano de control y el plano de
usuario usando los mismos recursos de procesamiento y tomando carga de procesamiento uno de otro mediante

la asignación de recursos de procesamiento en función de la necesidad.

12. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende adicionalmente:

5 unos medios que están adaptados para realizar un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9.

10 13. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12, comprendiendo el aparato al menos un procesador de múltiples núcleos y al menos una memoria que se utilizan para implementar los medios.

14. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en donde el aparato es un terminal de usuario, un servidor, una estación de base, un punto de acceso, una pasarela o un controlador de red de radio.

15 15. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, en el que el plano de control y el plano de usuario son el plano de control y el plano de usuario de una red de acceso múltiple por división de código de banda ancha, una red de interoperabilidad mundial para acceso por microondas o una red de evolución a largo plazo (108).

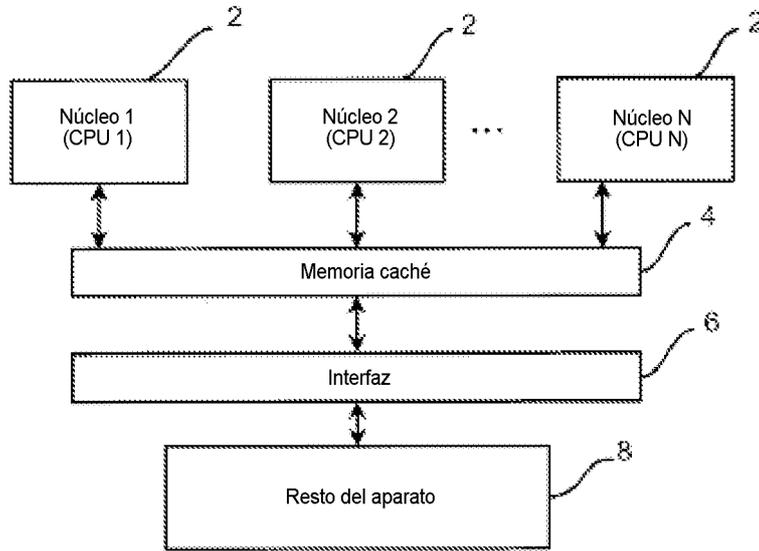


FIG. 1A

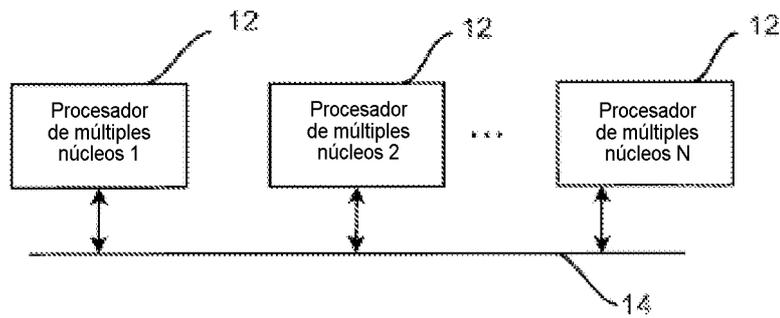


FIG. 1B

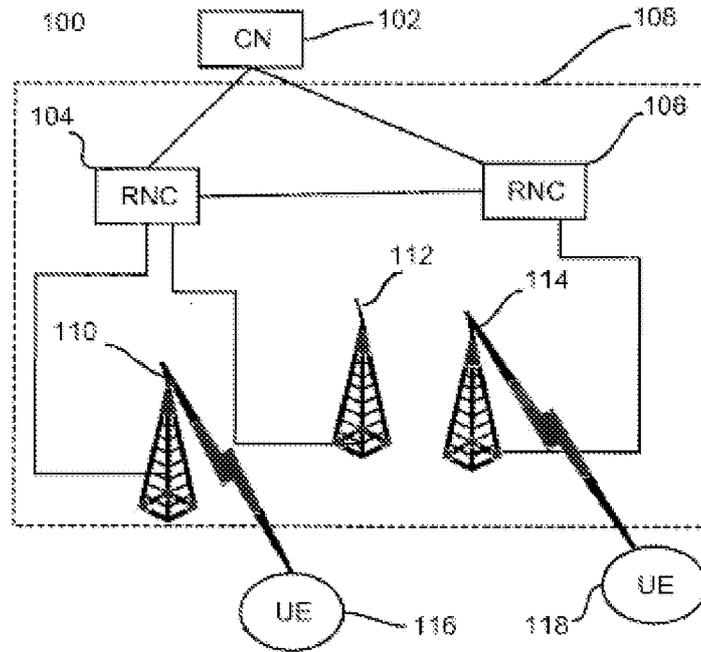


FIG. 2A

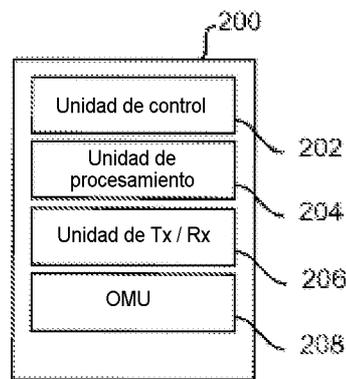


FIG. 2B

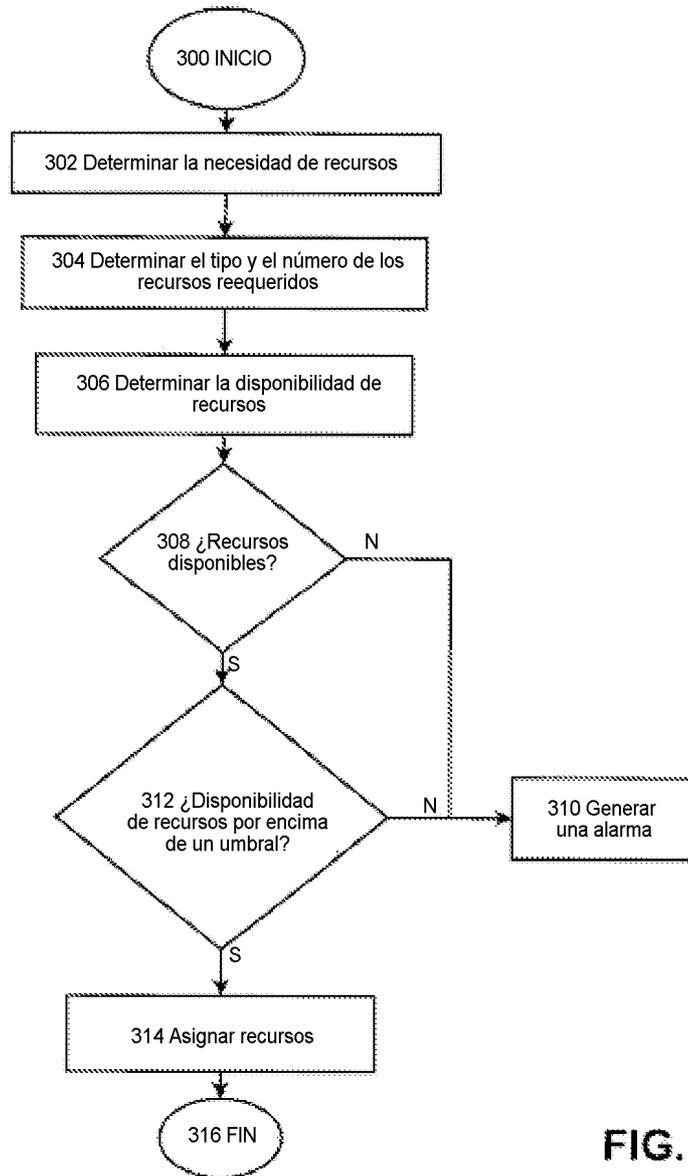


FIG. 3

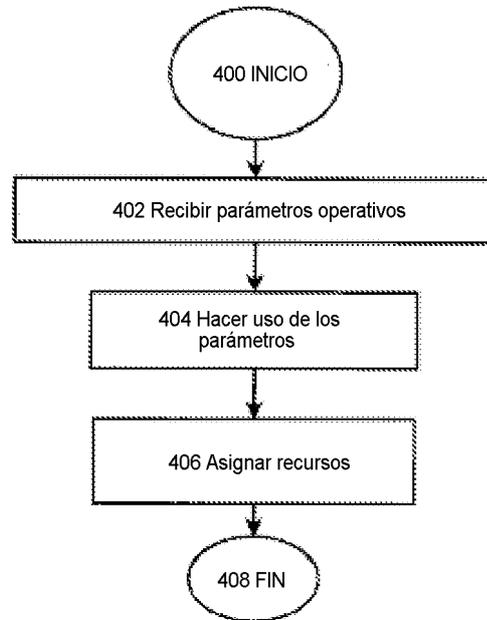


FIG. 4

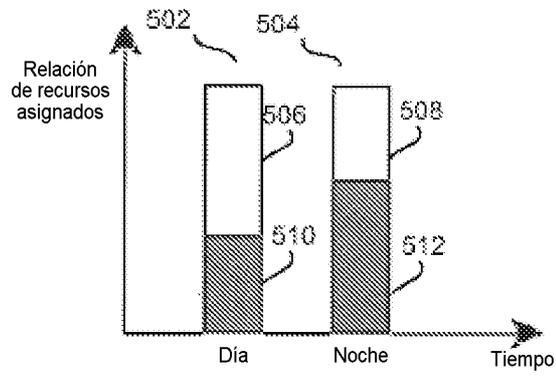


FIG. 5

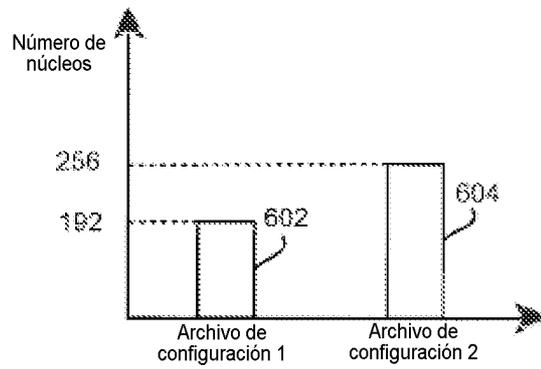


FIG. 6