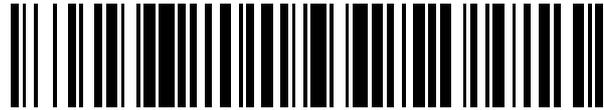


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 954**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/24** (2006.01)

**H04L 12/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2011** **E 11187338 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.11.2014** **EP 2587724**

54 Título: **Anuncio rápido de un fallo de un router celular de red**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.02.2015**

73 Titular/es:

**ITRON, INC. (100.0%)**  
**2111 North Molter Road**  
**Liberty Lake, WA 99019, US**

72 Inventor/es:

**MAINAUD, BASTIEN**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 528 954 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**

Anuncio rápido de un fallo de un router celular de red

**ANTECEDENTES**

5 Una red de malla puede incluir una pluralidad de nodos, en la que cada nodo está en comunicación dentro de al menos otro nodo. La información puede ser transferida de nodo a nodo, y en última instancia a un router (también llamado "encaminador") celular, desde el que es transmitida a la Internet, a un servidor o a otra ubicación.

10 Si el router celular falla, un número de nodos dentro de una célula (es decir, un "área de encaminamiento autónomo" u otra región) asociados con el router celular pueden no resultar inmediatamente conscientes del fallo. Por consiguiente, los nodos pueden no comenzar a buscar una nueva célula y un nuevo router celular inmediatamente al producirse el fallo del router celular en su célula. Además, durante este tiempo los nodos serán inalcanzables por muchas entidades. Y además, cualesquiera datos que los nodos transmitan serán dirigidos hacia un router celular que ha fallado.

15 Las soluciones anteriores a este problema tienen contadores implicados que son incrementados periódicamente, indicando de ese modo la presencia continuada del router celular. El fallo para incrementar, durante un período de tiempo suficiente, indica el fallo del router celular y la necesidad de que los nodos vayan a un "modo de descubrimiento", en el que buscarán una nueva célula con la que asociarse. El documento US 2010/0008218 A1 describe un dispositivo router inalámbrico, que incluye lógica de detección y notificación de fallos, que está configurado para detectar un fallo que prohibiría las comunicaciones inalámbricas entre el router y una red de área amplia inalámbrica. La lógica de detección y notificación de fallos puede generar un mensaje de terminación al transceptor base al producirse la detección del fallo. El documento US 2009/0278708 A1 describe un sistema de gestión de corte de energía en el que un nodo puede detectar cuando ha resultado abandonado, de tal manera que ya no puede comunicarse con su nodo central asignado a través de su trayecto de comunicación asignado, y puede entonces transmitir una notificación de abandono. El documento EP 1492279 A1 describe un sistema de comunicaciones que incluye una pasarela inalámbrica que actúa como un puente entre una red con cables y una red inalámbrica, para el intercambio de paquetes de datos. Si una de las aplicaciones que implementa los diversos componentes de la pasarela inalámbrica falla, se pueden encontrar rutas alternativas para los paquetes de datos entrantes, con el fin de minimizar los mensajes "perdidos". El documento US 2006/0062199 A1 describe una red de comunicación que incluye routers que pueden intercambiar paquetes de datos. Si un trayecto predeterminado para un paquete de datos falla, un router puede calcular un trayecto alternativo para el encaminamiento del paquete.

**RESUMEN DEL INVENTO**

30 Aspectos del invento reivindicado están definidos en las reivindicaciones independientes adjuntas. Características opcionales están descritas en las reivindicaciones dependientes.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

35 La descripción detallada ha sido llevada a cabo con referencia a las figuras adjuntas. En las figuras, el dígito o dígitos situados más a la izquierda de un número de referencia identifica la figura en la que aparece el primer número de referencia. Los mismos números se utilizan a lo largo de todos los dibujos para hacer referencia a características y componentes similares. Además, las figuras están destinadas a ilustrar conceptos generales, y no a indicar elementos requeridos y/o necesarios.

La fig. 1 es un diagrama que muestra una red que tiene tres células, cada una servida por un router celular.

40 La fig. 2 es un diagrama de la red de la fig. 1, en el que uno de los tres routers celulares ha fallado, y se han empleado técnicas para reconfigurar las tres células originales a dos células de funcionamiento.

La fig. 3 es un diagrama de un dispositivo de red, y representa genéricamente un nodo, un router celular u otro dispositivo de red.

Las figs. 4A y 4B son diagramas de flujo que ilustran un método ejemplar mediante el que un fallo de un nodo puede ser anunciado rápidamente.

**DESCRIPCIÓN DETALLADA**

45 La descripción describe técnicas para un anuncio rápido que indica un problema con, o un fallo de, un router celular de red. El anuncio puede ser enviado a los nodos en una célula del router celular. En un ejemplo, se han reconocido problemas con un router celular en una red. Los problemas puede ser reconocidos por el propio router celular y/o por un nodo en comunicación con el router celular. En respuesta, se envían uno o más paquetes de notificación de fallo del router celular, anunciando el fallo. Los paquetes pueden ser enviados por el router celular antes del fallo y/o por uno o más nodos dentro de una célula servida por el router celular que ha fallado. Los paquetes enviados por el router celular pueden indicar un problema con el router celular. Los paquetes enviados por los nodos servidos por el router celular que ha fallado pueden informar de un problema con el router celular o del fallo del router celular. Los paquetes pueden ser transmitidos utilizando una función de repartición aleatoria, para reducir las colisiones entre los paquetes. Los paquetes

de notificación de fallo del router celular pueden iniciar un proceso de descubrimiento en cada nodo, en el que se realiza un intento para descubrir un nuevo router celular.

La exposición de este documento incluye varias secciones. Cada sección pretende no ser limitativa. Más particularmente, la descripción pretende ilustrar componentes y/o técnicas que pueden ser utilizados para anunciar un problema y/o un fallo de un router celular en una red y en nodos asociados con una nueva célula y un router celular, pero no componentes y/o técnicas que son necesariamente requeridos. La exposición comienza con una sección titulada "Fallo y Recuperación de un Router Celular", que describe un entorno que puede implementar las técnicas descritas aquí, y que muestra el funcionamiento de los componentes y las técnicas discutidas aquí. A continuación, una sección titulada "Dispositivo de Red Ejemplar" ilustra y describe aspectos de un dispositivo de red genérico, incluyendo un nodo, un router celular u otro dispositivo de red. Otras secciones, tituladas "Procesos Ejemplares" y "Anuncio de Fallo de un Router Celular Ejemplar" ilustran y describen técnicas que pueden ser utilizadas para anunciar de un problema y/o un fallo de un router celular en una red y para asociar nodos con un nuevo router celular. Finalmente, la exposición termina con una breve conclusión.

Esta breve introducción, que incluye los títulos de las secciones y los resúmenes correspondientes, es proporcionada para conveniencia de los lectores y no pretende describir y/o limitar el marco de las reivindicaciones o cualquier sección de esta descripción.

### **Fallo y Recuperación de un Router Celular Ejemplar**

La fig. 1 es un diagrama que muestra una red 100 que tiene tres células 102, 104, y 106 y una pluralidad de dispositivos de red. En este contexto, un dispositivo de red puede ser un router celular, un nodo, u otro dispositivo en comunicación con la red. En el ejemplo de la fig. 1, cada célula 102-106 es servida por un router celular 108, 110, y 112, respectivamente. Dentro de cada célula 102-106 hay una pluralidad de nodos, por ejemplo, nodos 114, 116, y 118. Los nodos dentro de las células 102-106 pueden estar configurados como una red de malla. Por consiguiente, cada nodo 114-118 puede comunicar con al menos otro nodo por medio de enlaces de radio frecuencia (RF) 120, 122, y 124. Los routers celulares 108-112 pueden comunicar sobre una o más redes celulares 126, 128, y 130, para alcanzar la Internet 132, un servidor u oficina central, o red adecuada para la transmisión de datos.

En el ejemplo de la fig. 1, el router celular 110 está experimentando un problema y/o fallo. Sin embargo, debido a que los routers celulares 108-112 y los nodos dentro de las células 102-106 están configurados con componentes y/o técnicas que pueden ser utilizados para anunciar el problema y/o fallo, los nodos son capaces de asociarse a una nueva o nuevas células, con un nuevo o nuevos router celulares.

La fig. 2 es un diagrama de la red 100 de la fig. 1, que muestra su configuración después de que el router celular 110 (como se ha visto en la fig. 1) ha encontrado problemas y/o ha fallado. Los nodos dentro de la célula 104 (como se ha visto en la fig. 1) han buscado por ello, y encontrado, nueva o nuevas células y router celulares. En esta reorganización de la red, se ha ilustrado un ejemplo de componentes y/o técnicas características de anuncio rápido de fallo de un router celular de red. Así, en el ejemplo ilustrado colectivamente por las figs. 1 y 2, uno o más dispositivos de red han reconocido un problema o fallo del router celular 110. En respuesta, el dispositivo o más dispositivos de red han anunciado el problema y/o fallo del router celular 110 (visto en la fig. 1) a los nodos dentro de la célula 104 (visto en la fig. 1). El anuncio puede ser realizado por el propio router celular, si es capaz de reconocer su propio problema. Alternativa y/o adicionalmente, el anuncio puede ser realizado por un nodo o nodos u otro u otros dispositivos de red que han reconocido o fueron informados del problema y/o fallo del router celular 110. Al realizar el anuncio, son configurados un paquete o paquetes de notificación de fallo en el router celular para notificar a los dispositivos de red del fallo o problema pasado o pendiente del router celular. El paquete o paquetes de notificación de fallo en el router celular es a continuación transmitido ampliamente dentro de la célula 104 (como se ha visto en la fig. 1) a nodos dentro de la célula servida por el router celular que ha fallado. La transmisión de paquetes puede ser de acuerdo con una función de repartición aleatoria, para reducir colisiones de los paquetes.

### **Dispositivo de Red Ejemplar**

La fig. 3 es un diagrama que muestra un ejemplo de un dispositivo 300 de trabajo de red. Ejemplos de dispositivos de red incluyen un router celular (por ejemplo, el router celular 108-112 de la fig. 1) o un nodo (por ejemplo, los nodos 114-118 de la fig. 1). Los nodos 114-118 son representativos de cualquier dispositivo de red, incluyendo medidores (por ejemplo, medidores de consumo de electricidad, de gas y de agua para hogares, negocios u organizaciones), transformadores, cajas de control, servidores, sensores, generadores, subestaciones, interruptores, válvulas, estaciones de bombeo, etc.

El dispositivo de red ejemplar 300 de la fig. 3 incluye una radio 302 y una unidad de tratamiento 304 en comunicación sobre una línea de transmisión 306. En un ejemplo, la radio 302 incluye una antena 308 que proporciona entrada a un extremo frontal 310 de radiofrecuencia (RF). El extremo frontal 310 de RF puede proporcionar funciones de transmisión y de recepción. El extremo frontal 310 de RF puede incluir componentes analógicos y/o de hardware de alta frecuencia que proporcionan funcionalidades tales como sintonizar y atenuar señales proporcionadas por la antena 308 y obtenidas a partir de nodos dentro de la red. Como salida, el extremo frontal 310 de RF puede proporcionar datos que tienen generalmente la forma de una señal de banda de base analógica o digitalizada enviada a un procesador 312 de banda

de base. Un caso particular, no debe interpretarse como un caso típico y/o limitativo, la salida del extremo frontal 310 de RF puede incluir una corriente de unos y ceros que representa datos y/o paquete o paquetes.

La totalidad o parte del procesador 312 de banda de base puede estar configurada como una radio definida por software (SW). En un ejemplo, el procesador 312 de banda de base proporciona funcionalidad de selección de frecuencia y/o canal a la radio 302. La radio definida por software puede incluir componentes que podrían ser implementados alternativamente utilizando componentes analógicos. Por ejemplo, la radio definida por SW puede incluir mezcladores, filtros, amplificadores, moduladores y/o demoduladores, detectores, etc., implementados en el software ejecutado por un procesador o un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) u otro dispositivo o dispositivos de cálculo incorporados. La radio definida por software puede utilizar el procesador 314 y el software definido o almacenado en la memoria 316. Por consiguiente, puede hacerse un equilibrio entre la funcionalidad realizada por el extremo frontal 310 de RF y la funcionalidad realizada por el procesador 312 de banda de base, que puede incluir una radio definida por software.

La unidad de tratamiento 304 puede incluir uno o más procesadores 314 en comunicación con uno o más dispositivos de memoria 316. Un reloj 318 puede estar configurado para mantener alguna información de tiempo, posiblemente incluyendo la hora del día y la fecha. El reloj también puede ser configurado para proporcionar uno o más temporizadores de cómputo ascendente o de cómputo descendente. Tales temporizadores pueden ser utilizados para períodos de tiempo utilizados por la función de repartición aleatoria, temporizadores de sistema y/o similares.

Puede preverse una función 320 de reconocimiento de fallo en el dispositivo de red. La función 320 de reconocimiento de fallo puede incluir componentes y/o técnicas configurados para reconocer problemas, un fallo o un fallo inminente de un router celular. Si el dispositivo de red 300 es un router celular, entonces la función 320 de reconocimiento de fallo puede ser configurada para auto-diagnos. Si el dispositivo de red 300 es un nodo, tal como dentro de una red de malla de una célula de un router celular, entonces la función 320 de reconocimiento de fallo puede ser configurada para reconocer un problema y/o fallo de un router celular observando características de red, tráfico, mensajes o similares.

Si el dispositivo de red 300 es un router celular (por ejemplo, router celular 108-112 de la fig. 1), entonces la función 320 de reconocimiento de fallo puede ser un auto-ensayo, un auto-diagnóstico o similar. La función 320 de reconocimiento de fallo puede ser configurada para realizar diagnósticos sobre los circuitos, energía de la batería, conectividad de red, etc., para determinar si el router celular es completamente funcional. Si el router celular ha fallado parcialmente, puede ser posible que la función 320 de reconocimiento de fallo reconozca un problema y/o modo de fallo. Por consiguiente, el router celular puede reconocer su propio problema o fallo, antes de ese fallo.

Si el dispositivo de red 300 es un nodo (por ejemplo, nodos 114-118 de la FIG.1) entonces la función 320 de reconocimiento de fallo puede ser configurada para detectar signos o evidencia de comportamiento problemático y/o atípico del router celular. Ejemplos de tal comportamiento pueden incluir falta de respuesta. Por ejemplo, el nodo puede notar que las solicitudes enviadas al router celular, tal como por un faro o en relación con el enlace RTS/CTS, etc., pueden no dar como resultado una respuesta apropiada. Similarmente, el router celular puede fallar al recibir y transferir datos desde uno o más nodos, debido al problema y/o fallo del router celular. Y además, el nodo puede comparar un comportamiento actual del router celular a un patrón histórico de comportamiento para el router celular u otros routers celulares. Si la información está disponible, el nodo puede considerar condiciones anormales en el router celular (por ejemplo, exceso de temperatura, humedad/resistencia mayores que las normales, etc. Así, el módulo 320 de reconocimiento de fallo en el nodo que intenta transferir los datos puede reconocer que existe un problema con el router celular.

Un módulo 322 de entrada/salida puede ser configurado para la transmisión de paquetes, tal como de un paquete 324 de fallo de router celular especializado. Al producirse el reconocimiento de un problema y/o fallo del router celular, el módulo 322 de entrada/salida puede transmitir el paquete 324 de fallo de router celular al menos a un nodo. El paquete 324 de fallo del router celular puede indicar que el router celular asociado con una célula particular ha fallado. Los nodos que reciben el paquete 324 de fallo de router celular pueden entrar en un "modo de descubrimiento", en el que pueden intentar encontrar un router celular de sustitución.

Una función 326 de repartición aleatoria puede ser utilizada para crear tiempos repartidos de forma aleatoria para la transmisión de los paquetes 324 de fallo de router celular. En un ejemplo en el que múltiples nodos difunden y múltiples copias del paquete 324 de fallo de router celular son difundidas por múltiples nodos, el uso de tiempos repartidos de forma aleatoria para transmitir las copias reduce las colisiones de los paquetes en canales y/o frecuencias utilizados para las difusiones. Por ejemplo, si se ha utilizado un único canal de control, la función 326 de repartición aleatoria puede reducir las colisiones de paquetes y ayudar a uno o más nodos a encontrar rápidamente una nueva célula, una red de malla y/o un router celular.

### Procesos Ejemplares

Los procesos ejemplares de las figs. 4A y 4B pueden ser comprendidos en parte por referencia a las configuraciones de las figs. 1-3. Sin embargo, las figs. 4A y 4B tienen una aplicabilidad general, y no están limitadas por otras figuras de los dibujos y/o la exposición anterior.

Cada proceso descrito aquí está ilustrado como una colección de actos, bloques u operaciones en un gráfico de flujo lógico, que representa una secuencia de operaciones que pueden ser implementadas en hardware, software, o en una combinación de los mismos. Los procesos pueden incluir almacenar, en una memoria acoplada comunicativamente a un procesador, instrucciones ejecutables por ordenador para realizar un método, tal como la detección de un fallo de un router celular, y a continuación ejecutar las instrucciones en el procesador.

En el contexto de software, las operaciones representan instrucciones ejecutables por ordenador almacenadas en uno o más medios de almacenamiento legibles por ordenador que, cuando son ejecutadas por uno o más procesadores, realizan las operaciones citadas anteriormente. Tales medios de almacenamiento, procesadores e instrucciones legibles por ordenador pueden estar localizados dentro de un sistema (por ejemplo, nodo 300 de la fig. 3) de acuerdo con un diseño o implementación deseado. El medio de almacenamiento 316 visto en la fig. 3 es generalmente representativo de medios de almacenamiento, que se pueden tanto retirar como no retirar, y de cualquier tecnología. Así, las operaciones citadas con anterioridad representan acciones, tales como las descritas en las figs. 4A y 4B, y son tomadas bajo control de uno o más procesadores configurados con instrucciones ejecutables para realizar acciones indicadas. Generalmente, las instrucciones ejecutables por ordenador incluyen rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos, y similares que realizan funciones particulares o implementan tipos de datos abstractos particulares. El orden en el que se han descrito las operaciones no pretende ser construido como una limitación, y puede combinarse cualquier número de las operaciones descritas en cualquier orden y/o en paralelo para implementar el proceso. La exposición anterior puede aplicarse a otros procesos descritos aquí.

Los soportes informáticos y/o de memoria incluyen medios volátiles y no volátiles, que se pueden retirar y que no se pueden retirar implementados en cualquier método o tecnología para almacenamiento de información tal como instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa, u otros datos. Medios de almacenamiento informáticos incluyen, pero no están limitados a, memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de sólo lectura (ROM), memoria de sólo lectura programable que se puede borrar eléctricamente (EEPROM), memoria flash u otra tecnología de memoria, memoria de sólo lectura de disco compacto (CD-ROM), discos versátiles digitales (DVD) u otro almacenamiento óptico, casetes magnéticos, cinta magnética, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio de no transmisión que puede ser utilizado para almacenar información para acceso por un dispositivo informático. Cualquiera de tales medios de almacenamiento informáticos pueden ser parte del sistema 300. Además, los medios legibles por ordenador pueden incluir instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando son ejecutadas por el procesador o procesadores 314, realizan distintas funciones y/u operaciones descritas aquí.

Adicionalmente, para los propósitos de este documento, un medio legible por ordenador puede incluir la totalidad o parte de un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) u otro dispositivo de hardware. Tal dispositivo de hardware puede ser configurado para incluir otra funcionalidad, incluyendo funciones realizadas en sincronizar nodos en una red. Por consiguiente, dentro de tal circuito integrado, uno o más procesadores son configurados con instrucciones ejecutables, que pueden ser definidas por lógica, transistores u otros componentes, o memoria de a bordo.

En contraste, los medios de comunicación pueden llevar a la práctica instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa, u otros datos en una señal de datos modulada, tal como una onda portadora, u otro mecanismo de transmisión. Como se ha definido aquí, los medios de almacenamiento informáticos no incluyen medios de comunicación y/o ondas portadoras, señales de datos u otros medios transitorios.

#### **40 Anuncio de Fallo del Router Celular Ejemplar**

Los procesos ejemplares de las figs. 4A y 4B son diagramas de flujo que ilustran un proceso ejemplar 400 mediante el cual puede ser detectado un fallo de un router celular y a continuación anunciado o advertido. En un ejemplo, el proceso 400 puede ser realizado por un dispositivo de red, tal como un router celular, un nodo u otro dispositivo configurado para funcionar en una red. En distintos ejemplos, un nodo puede incluir medidores de utilidad, tales como para medir el consumo de electricidad, de gas, de agua y/o el uso del alcantarillado. Los nodos pueden incluir otros dispositivos conectados y hechos funcionar en la red, tales como transformadores, subestaciones, interruptores, válvulas, bombas, instalaciones de almacenamiento, dispositivos antirrobo y otros dispositivos que tienen alguna funcionalidad de red y/o de control. El proceso puede incluir el reconocimiento de un problema y/o fallo de un router celular, seguido por el anuncio o advertencia de dicho problema y/o fallo a dispositivos de red (por ejemplo, nodos) en la red. En un ejemplo, el anuncio es hecho a los nodos en una célula definida por el router celular que ha fallado. Adicionalmente, el anuncio a un router y/o nodos en células físicamente adyacentes puede ser útil, ya que esto puede ayudar a los nodos asociados con el router celular que ha fallado en un "modo de descubrimiento" para descubrir un nuevo router celular.

La fig. 4A muestra que en la operación 402, se han reconocido problemas con un router celular, incluyendo síntomas de un fallo inminente. En un ejemplo, un nodo puede reconocer síntomas de un fallo inminente de un router celular, incluyendo uno o más casos de fallo por el router celular para enviar paquetes esperados por un nodo, u otro comportamiento. En la operación 404, se ha predicho un fallo del router celular en respuesta a síntomas reconocidos.

En la operación 406, en la que está funcionando una función de reconocimiento de fallo en un router celular, se puede incluir un ensayo de auto-diagnóstico. Tal auto-diagnóstico puede comprobar funciones que incluyen la integridad del

circuito, la conectividad de red y la disponibilidad de batería. El problema o problemas pueden ser indicados por el auto-diagnóstico, que puede indicar un fallo posible del router celular.

5 En la operación 408, en la que está funcionando una función de reconocimiento de fallo un nodo distinto del router celular, tal como un medidor de consumo de utilidad, puede ser configurado para reconocer el comportamiento atípico del router celular. Como un ejemplo, en la operación 410, un nodo puede notar que un router celular ha fallado para responder apropiadamente a la transmisión de un paquete al router celular. En el ejemplo de la operación 412, el router celular puede haber fallado al transmitir el paquete o paquetes a uno o más nodos, lo que podría esperarse por circunstancias. En un ejemplo particular, el router celular puede haber fallado al responder a cualquiera de un número predeterminado de paquetes. El número predeterminado de paquetes puede ser seleccionado para ser uno o más. El número predeterminado de paquetes al que el router celular ha fallado al responder puede estar basado en rendimientos históricos, tráfico en la red u otros factores, solos o en combinación. En el ejemplo de la operación 414, el fallo en la transmisión del paquete es particularmente notable para nodos que están previamente en comunicación directa con el router celular, pero también puede ser notable para nodos que comunican con el router celular a través de una cadena de otros nodos.

10 En la operación 416, se ha configurado un paquete de fallo de router celular, que indica un fallo o un fallo predicho del router celular. El paquete de fallo de router celular puede ser configurado por el propio router celular, si anticipa su propio fallo, o por un nodo en la red, si predice o reconoce un fallo del router celular.

15 En la operación 418, el paquete de fallo de router celular puede estar dirigido a nodos aguas abajo desde un dispositivo de red de direccionamiento y/o envío, en el que aguas abajo es deslazarse en la dirección de la raíz a una hoja. En este ejemplo, el dispositivo de red (router celular o nodo, etc.) puede enviar paquetes de fallo de router celular aguas abajo, es decir, desde el router celular hacia los nodos de hoja en el borde de la célula organizada alrededor del router celular. En otro ejemplo, los paquetes de fallo de router celular pueden ser enviados a nodos adyacentes a un nodo de transmisión.

20 En la operación 420, los tiempos para la transmisión de los paquetes de fallo de router celular son repartidos de forma aleatoria. Los tiempos de transmisión repartidos de forma aleatoria pueden reducir colisiones de los paquetes transmitidos. En la operación 422, los paquetes pueden ser transmitidos de acuerdo con el programa de repartición aleatoria. La transmisión de acuerdo con el programa de repartición aleatoria puede ser particularmente importante si se ha utilizado un canal de control, y un número de nodos está funcionando en ese canal. En un ejemplo de transmisión de los paquetes de fallo de router celular, en la operación 424, pueden difundirse copias del paquete de fallo de router celular a nodos de red, utilizando particularmente transmisión de RF a nodos en la proximidad del nodo de difusión.

25 En la operación 426, una función de modo de descubrimiento es realizada por nodos dentro de la célula del router celular que ha fallado y/o que está fallando. En el modo de descubrimiento, cada nodo intenta descubrir una o más cadenas o trayectos a través de otros nodos que conducen a un nuevo router celular. Así, los nodos intentan encontrar una nueva célula a la que unirse.

30 En la operación 428, los nodos dentro de la red reciben una indicación de un nuevo router celular. En un ejemplo, la función de modo de descubrimiento de la operación 426 encuentra satisfactoriamente un nuevo router celular para cada uno de los nodos que estaban previamente dentro de la célula del router celular que ha fallado. Así, los nodos previamente en una célula del router celular que ha fallado unen una nueva célula con un router celular diferente.

35 En otra realización, se ha proporcionado un método para anunciar de un fallo de un router celular dentro de una red, que comprende:

40           bajo control de uno o más procesadores configurados con instrucciones ejecutables:

                  reconocer síntomas de fallo inminente del router celular;

                  predecir el fallo del router celular en respuesta a los síntomas reconocidos;

                  configurar un paquete de notificación de fallo del router celular que indica el fallo predicho del router celular; y

                  enviar el paquete de notificación de fallo del router celular al menos a un nodo dentro de la red.

45 Opcionalmente, el método es realizado por un nodo en la red, y los síntomas de fallo inminente del router celular son reconocidos por el nodo, e incluye uno o más fallos por el router celular para transmitir paquetes esperados por el nodo.

Opcionalmente, el método es realizado por el router celular, y los síntomas de fallo inminente del router celular son reconocidos por el router celular mientras realiza un auto-diagnóstico.

Opcionalmente, enviar el paquete de notificación de fallo del router celular comprende:

50           repartir de forma aleatoria los tiempos para la transmisión de paquetes; y enviar una pluralidad de paquetes de notificación de fallo de router celular de acuerdo con los tiempos repartidos de forma aleatoria.

Opcionalmente, el método comprende adicionalmente:

reconocer el fallo del router celular, el reconocimiento realizado por un nodo previamente en comunicación directa con el router celular; y

difundir copias del paquete de notificación de fallo del router celular a nodos dentro de una proximidad del nodo previamente en comunicación directa con el router celular.

5 Opcionalmente, el método comprende adicionalmente:

realizar una función de modo de descubrimiento en nodos en una célula del router celular, incluyendo la función de modo de descubrimiento la búsqueda de un nuevo router celular.

Características y características opcionales de esta realización también puede ser características de otras realizaciones.

### **Conclusión**

10 Aunque el objeto ha sido descrito en un lenguaje específico de características estructurales y/o actos metodológicos, ha de comprenderse que el objeto definido en las reivindicaciones adjuntas no está necesariamente limitado a las características o actos específicos descritos. En vez de ello, las características y actos específicos están descritos como formas ejemplares de implementar las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de anuncio de un problema con un router celular (108, 110, 112) dentro de una red (100), en el que el método es realizado por el menos o bien un nodo (114, 116, 118) o bien un router celular (108, 110, 112) en la red, y comprende:
- 5           bajo el control de uno o varios procesadores configurados con instrucciones ejecutables:
- el reconocimiento de síntomas de fallo inminente del router celular (108, 110, 112);
- la predicción de fallo del router celular (108, 110, 112) en respuesta a los síntomas reconocidos;
- la configuración de un paquete de notificación de fallo del router celular (324) que indica el fallo predicho del router celular (108, 110, 112); y
- 10           el envío del paquete de notificación de fallo del router celular (324) al menos a un nodo dentro de la red (100) en respuesta a la predicción del fallo del router celular (108, 110, 112), en el que el envío del paquete de notificación de fallo del router celular (324) comprende:
- la repartición aleatoria de tiempos para la transmisión de paquete; y
- el envío de una pluralidad de paquetes de notificación de fallo de router celular en los tiempos repartidos aleatoriamente.
- 15           2. El método según la reivindicación 1, en el que el método es realizado por el router celular (108, 110, 112), y los síntomas de fallo inminente del router celular son reconocidos por el router celular mientras realiza un auto-diagnóstico.
3. El método según la reivindicación 1, en el que el método es realizado por el router celular (108, 110, 112), y comprende además:
- 20           la realización de un auto-diagnóstico en el router celular;
- la identificación del problema, tal como se ha indicado por el auto-diagnóstico; y
- la notificación a un segundo router celular en la red (100) del problema con el router celular.
4. El método según la reivindicación 1, en el que el método es realizado por un nodo (114, 116, 118) en la red (100) y el reconocimiento de los síntomas de fallo inminente con el router celular (108, 110, 112) comprende el reconocimiento de un comportamiento atípico por el router celular.
- 25           5. El método según la reivindicación 1, en el que la configuración del paquete de notificación de fallo del router celular (324) comprende:
- el direccionamiento del paquete de notificación de fallo del router celular (324) a un nodo aguas abajo de un dispositivo de red que dirige el paquete de notificación de fallo celular, siendo la dirección aguas abajo una dirección a partir del router celular (108, 110, 112) hacia nodos de hoja de la red (100).
- 30           6. El método según la reivindicación 1, en el que el método es realizado por un nodo (114, 116, 118) en la red (100), y los síntomas de fallo inminente del router celular (108, 110, 112) son reconocidos por el nodo, e incluye uno o más fallos por el router celular para transmitir paquetes esperados por el nodo.
7. El método según la reivindicación 1, en el que el método es realizado por un nodo (114, 116, 118) en la red (100), y comprende adicionalmente:
- 35           el descubrimiento de que el router celular (108, 110, 112) ha fallado en responder de manera apropiada a la transmisión de un paquete al router celular.
8. El método según la reivindicación 1, en el que el método es realizado por un nodo (114, 116, 118) en la red (100), y comprende adicionalmente:
- 40           la realización de una función de modo de descubrimiento, que incluye la búsqueda de una nueva célula o de un nuevo router celular en respuesta al reconocimiento del problema.
9. El método según la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:
- el reconocimiento del fallo del router celular (108, 110, 112), siendo realizado el reconocimiento por un nodo previamente en comunicación directa con el router celular; y
- 45           la difusión de copias del paquete de notificación de fallo de router celular (324) a nodos dentro de una proximidad del nodo previamente en comunicación directa con el router celular.

10. El método según la reivindicación 1, que comprende además:

la realización de una función de modo de descubrimiento en nodos en una célula (102, 104, 106) del router celular (108, 110, 112), incluyendo la función de modo de descubrimiento la búsqueda de un nuevo router celular.

5 11. Un router celular (108, 110, 112), que comprende:

un procesador (314);

una memoria (316), en comunicación con el procesador;

10 una función (320) de reconocimiento de fallo, definida en la memoria y ejecutable por el procesador y configurada para realizar un auto-ensayo del router celular, para reconocer síntomas de un problema inminente y para predecir un fallo del router celular en respuesta a los síntomas reconocidos;

un paquete de notificación de fallo de router celular (324), definido en la memoria y configurado para indicar el fallo predicho del router celular; y

15 una función de entrada/salida (322), configurada para enviar el paquete de notificación de fallo del router celular (324) en respuesta a una indicación de un problema a partir de la función de reconocimiento de fallo, en la que la función de entrada/salida (322) está configurada para enviar el paquete de notificación de fallo del router celular (324):

repartiendo aleatoriamente los tiempos para la transmisión de paquete; y

enviando una pluralidad de paquetes de notificación de fallo de router celular en los tiempos repartidos aleatoriamente.

20 12. Un medio de almacenamiento legible por ordenador que comprende instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando son ejecutadas por uno o más procesadores, realizan el método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

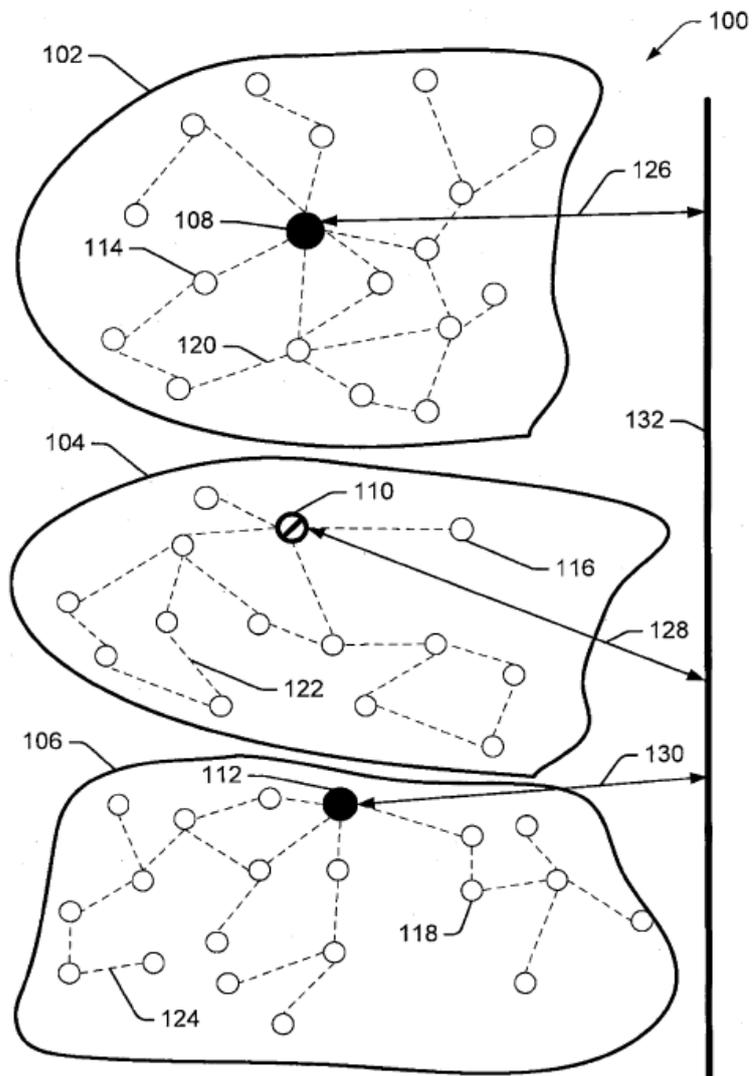


FIG. 1

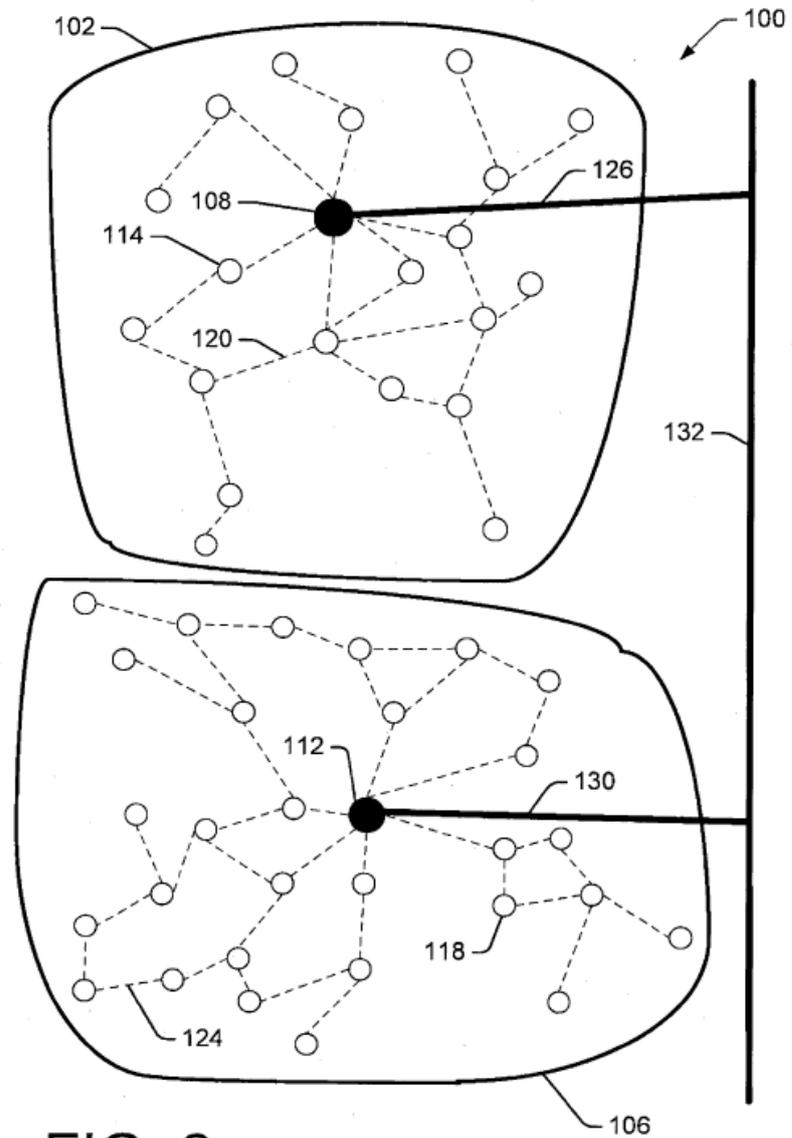


FIG. 2

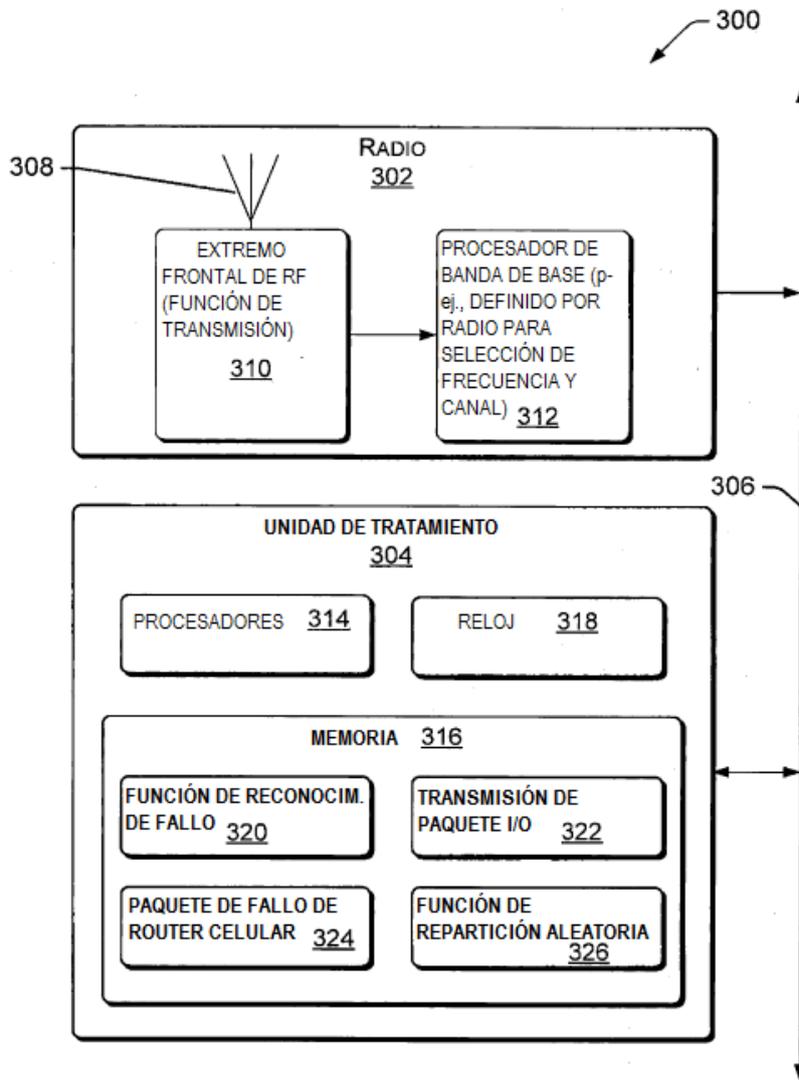


FIG. 3

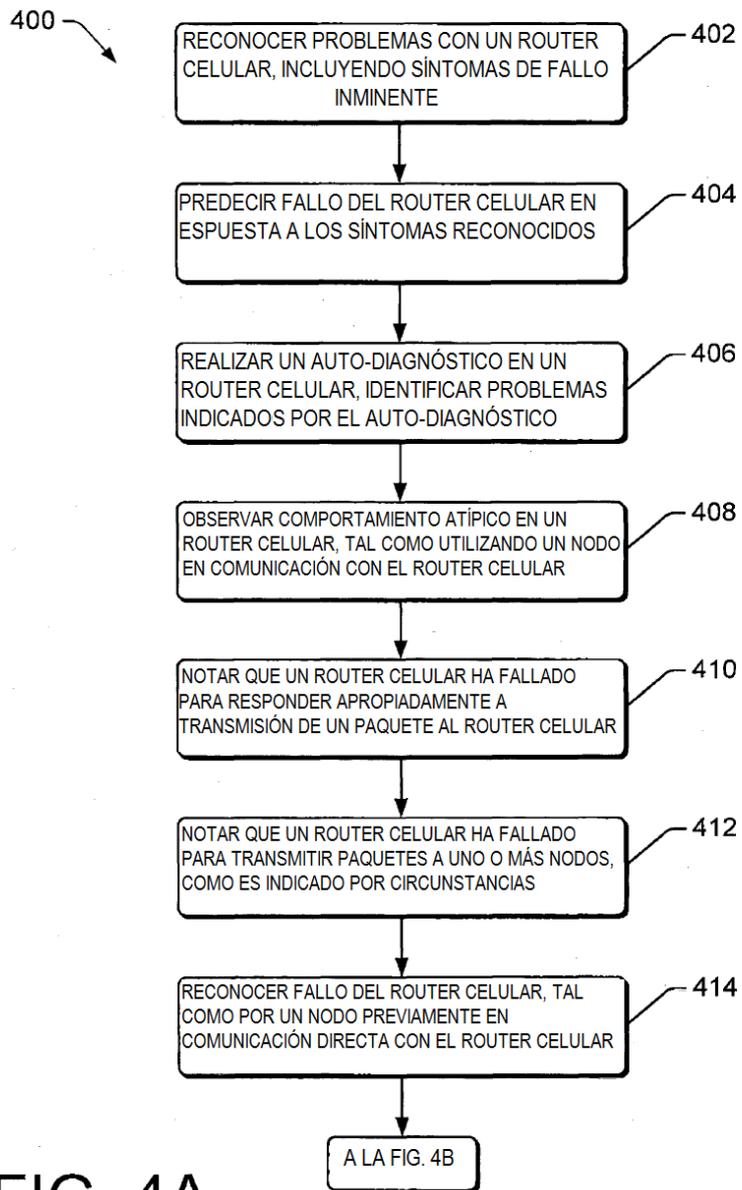


FIG. 4A

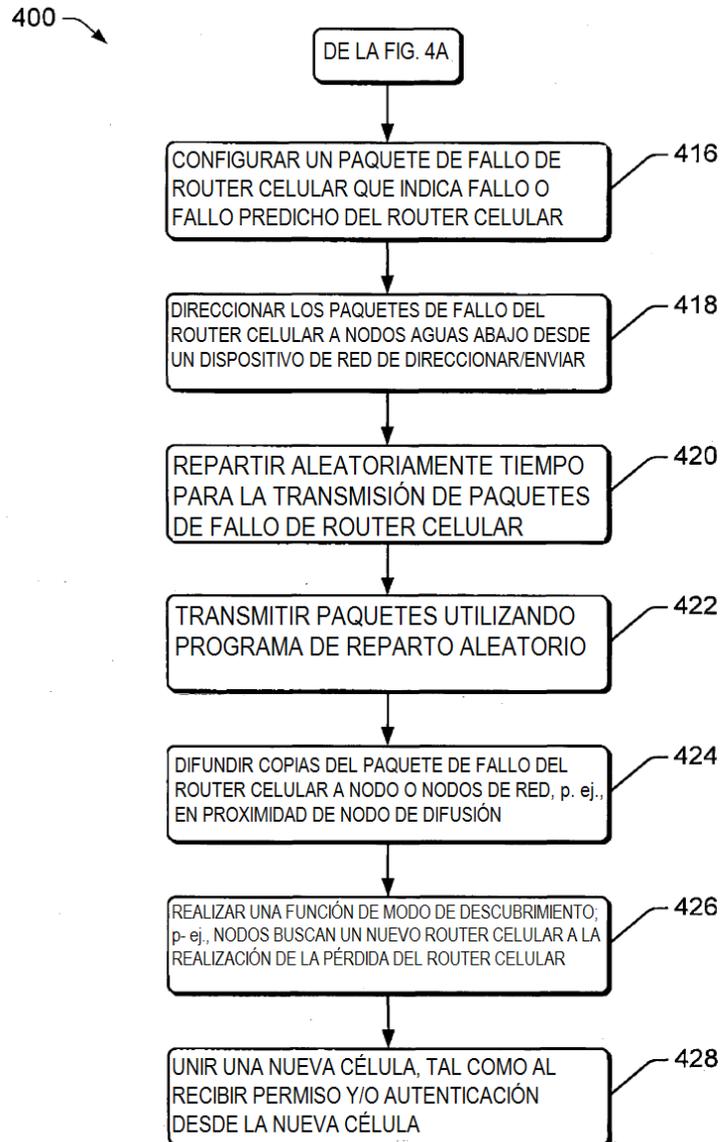


FIG. 4B