

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 722**

21 Número de solicitud: 201430021

51 Int. Cl.:

H04W 84/18

(2009.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

10.01.2014

30 Prioridad:

10.01.2013 US 61/750,982

03.01.2014 EP 14050061 EP

43 Fecha de publicación de la solicitud:

11.06.2015

71 Solicitantes:

**TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON
(PUBL) (50.0%)**

16483 Stockholm SE y

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID (50.0%)

72 Inventor/es:

**JIMÉNEZ BOLONIO, Jaime;
CAMARILLO GONZALEZ, Gonzalo y
URUEÑA PASCUAL, Manuel**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

54 Título: **Mecanismo de conexión para redes entre pares energéticamente eficientes**

57 Resumen:

Un sistema de comunicaciones que comprende una pluralidad de nodos conectados de manera comunicativa a través de una red de comunicaciones, cada nodo que comprende un circuito de procesamiento y circuitería de interfaz de red conectada al circuito de procesamiento, cada nodo que está configurado para conectar a la red de comunicaciones y para comunicar con otros nodos del sistema de comunicaciones, el sistema de comunicaciones que comprende al menos una agrupación de nodos, en donde uno de los nodos de la agrupación es operable para realizar un papel de cabecera de agrupación que conecta la agrupación a la red de comunicaciones, y en donde la agrupación es operable para implementar un mecanismo para transferir el papel de cabecera de agrupación desde un nodo de la agrupación a otro nodo de la agrupación.

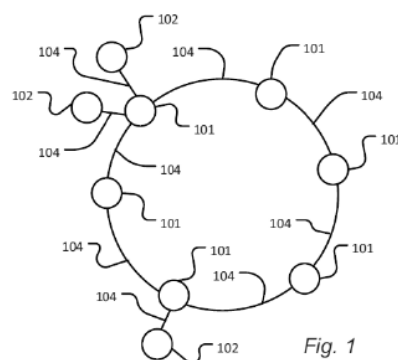


Fig. 1

DESCRIPCIÓN

Mecanismos de conexión para redes entre pares energéticamente eficientes

Campo técnico

5 Descritas en la presente memoria están realizaciones de una red de comunicaciones y los métodos y dispositivos correspondientes, en particular una red entre pares que comprende y que interconecta diferentes tipos de nodos.

Antecedentes

10 El Internet de las Cosas (IoT) imagina un mundo completamente en red con miles de millones de dispositivos interconectados. La mayoría de estos dispositivos serán sensores y actuadores que proporcionarán capacidades de detección ubicuas e interacción con el mundo físico. Esto conducirá a un drástico cambio de paradigma en el mundo de la interconexión, dado que las comunicaciones Máquina a Máquina (M2M) serán varios órdenes de magnitud mayores que las comunicaciones Humano a Humano o Humano a Máquina que son la norma hoy en día.

15 Una gran parte de estos sensores se espera que sean pequeños, baratos, inalámbricos y alimentados por baterías a fin de ser colocados siempre que sean necesarios. Por lo tanto, a fin de ahorrar batería, esos dispositivos sensores estarán reposando la mayoría del tiempo y solamente se despertarán periódicamente para detectar su entorno y enviar sus mediciones o para recibir nuevas instrucciones. Los actuadores, por otra parte, se espera que reciban potencia desde una red eléctrica y estén de esta manera despiertos la mayoría del tiempo esperando comandos, pero aún serán dispositivos de recursos restringidos. Sería deseable de manera general permitir que tales sensores y actuadores sean parte de una red entre Pares (P2P).

25 Recientemente se han propuesto protocolos para establecer redes P2P de dispositivos informáticos en el contexto de redes IoT/M2M. Un protocolo tal es el Protocolo de Localización y Descubrimiento de Recursos (RELOAD), ver por ejemplo el borrador de Internet "A Constrained Application Protocol (CoAP) Usage for REsource Location And Discovery (RELOAD)" de 20 agosto de 2012 de J. Jiménez, J. López-Vega, J. Maenpaa y G. Camarillo, disponible en línea en: [http://tools.ietf.org/html/draft-jimenez-p2psip-coap-reload-](http://tools.ietf.org/html/draft-jimenez-p2psip-coap-reload-02)
30 02, o el borrador de Internet "Resource Location And Discovery Base Protocol" de 5 de noviembre de 2012 de C. Jennings, B. B. Lowekamp, E. K. Rescorla, S. A. Baset, y H. G. Schulzrinne, disponible en línea en <http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-p2psip-base-23>.

RELOAD es un protocolo de señalización P2P genérico que usa el algoritmo Chord (ver por ejemplo Stoica, I., Morris, R., Liben-Nowell, D., Karger, D., Kaashoek, M., Dabek, F., y H. Balakrishnan, "Chord: A Scalable Peer-to-Peer Lookup Protocol for Internet Applications", Actas del IEEE/ACM sobre Interconexión de Redes Volumen 11, Publicación 1, 17-32, Feb 5 2003) como el algoritmo de Tabla de Cálculo de Claves Distribuido (DTH) para organizar los nodos participantes en una red superpuesta P2P. Una tabla de cálculo de claves distribuida almacena los pares clave-valor asignando claves a diferentes nodos; un nodo almacenará los valores para todas las claves de las cuales es responsable. Chord especifica cómo se asignan las claves a los nodos, y cómo un nodo puede descubrir el valor para una clave 10 dada localizando primero el nodo responsable para esa clave. RELOAD proporciona un servicio de red superpuesta P2P genérica, de auto organización. Los nodos pueden usar la superposición para encaminar mensajes a otros nodos, así como almacenar y recuperar datos. El protocolo RELOAD proporciona diferentes tipos de nodos: Un primer tipo de nodos, conocidos como pares, y un segundo tipo de nodos, conocidos como clientes. Mientras que 15 los pares encaminan mensajes RELOAD y almacenan información, los clientes son nodos RELOAD que no tienen responsabilidades de encaminamiento o almacenamiento. No obstante, los clientes comparten algunas características con los pares dado que usan el mismo protocolo e incluso implementación en la mayoría de los casos. En particular, como los pares, los clientes se identifican por su ID de nodo y usan certificados para almacenar 20 datos en ciertas ubicaciones en la superposición.

Por lo tanto, una red que emplea el protocolo RELOAD es un ejemplo de una red P2P que permite a dispositivos de recursos restringidos tales como sensores conectar como clientes, requiriendo de esta manera capacidades de comunicaciones de datos e informáticas más 25 bajas que para pares. No obstante, puede haber situaciones donde un dispositivo alimentado por baterías o de otro modo de recursos restringidos no pueda conectar a una red P2P como cliente, por ejemplo debido que su par de admisión no tienen más recursos. En las redes P2P de la técnica anterior, por ejemplo las redes que usan el protocolo RELOAD, la única solución para tal dispositivo es conectar como un par completo, y por lo tanto que está despierto todo el tiempo a fin de recibir y procesar mensajes RELOAD de 30 otros pares y clientes. Esto agotará rápidamente sus recursos, requiriendo sustituciones de baterías frecuentes. Por el contrario, permitiendo a sensores del IoT unirse y abandonar periódicamente la red superpuesta como pares a fin de reposar significaría un orden de magnitud más agitado, conduciendo a un enorme número de cambios de topología y de esta manera mensajes de señalización en la red superpuesta.

Consecuentemente, se mantiene deseable proporcionar redes y/o procesos de comunicaciones relacionados con tales redes que permitan a dispositivos de recursos restringidos conectar más eficientemente con tales redes mientras que mantienen su consumo de potencia y/u otro uso de recursos en un bajo nivel. Ejemplos de otro uso de recursos pueden incluir recursos informáticos, recursos de memoria y recursos de comunicaciones de datos.

Compendio

Hay proporcionado un método para un dispositivo de procesamiento en un sistema de una pluralidad de dispositivos de procesamiento conectados de manera comunicativa a través de una red de superposición entre pares; en donde cualquier dispositivo de procesamiento está configurado para conectar la red de superposición entre pares como un nodo par o como un nodo cliente, es decir, que es un nodo par o un nodo cliente; en donde un nodo cliente es conectable a la red de superposición entre pares a través de un nodo par. El método comprende, los pasos del dispositivo de procesamiento

- enviar una petición de conexión a un nodo par, la petición de conexión que comprende una indicación de que dicho dispositivo de procesamiento quiere unirse como un nodo cliente.

Hay además proporcionado un método para un dispositivo de procesamiento en un sistema de una pluralidad de dispositivos de procesamiento conectados de manera comunicativa a través de una red de superposición entre pares; en donde cualquier dispositivo de procesamiento está configurado para conectar a la red de superposición entre pares como un nodo par o como un nodo cliente, es decir, que es un nodo par o un nodo cliente; en donde un nodo cliente es conectable a la red de superposición entre pares a través de un nodo par.

El método comprende para el dispositivo de procesamiento que es un nodo par

- cuando se recibe una petición de conexión que comprende un indicador de que otro dispositivo de procesamiento quiere unirse como un nodo cliente,

- determinar, si el dispositivo de procesamiento puede admitir conexiones adicionales de nodos cliente; y

- en respuesta a la petición de conexión, devolver un mensaje de rechazo a dicho otro dispositivo de procesamiento, si el dispositivo de procesamiento que recibe la petición de conexión no puede admitir conexiones adicionales de nodos cliente.

Según una realización de la invención hay además proporcionado un método para un dispositivo de procesamiento en un sistema de una pluralidad de dispositivos de procesamiento conectados de manera comunicativa a través de una red de superposición entre pares; en donde cualquier dispositivo de procesamiento está configurado para

5 conectar a la red de superposición entre pares como un nodo par o como un nodo cliente, es decir, que es un nodo par o un nodo cliente; en donde un nodo cliente es conectable a la red de superposición entre pares a través de un nodo par;

El método comprende

- formar uno de los nodos de una agrupación y realizar un papel de cabecera de agrupación

10 que conecta la agrupación a la red de superposición entre pares, el dispositivo de procesamiento que actúa por ello como un par, mientras que otros nodos de agrupación, están unidos a la cabecera de agrupación como clientes, y en donde el dispositivo de procesamiento, según un papel de cabecera de agrupación,

- transferir el papel de cabecera de agrupación a otro nodo de la agrupación, de manera que

15 el papel de cabecera de agrupación se traspasa de un nodo a otro entre los nodos en la agrupación.

Además de los métodos anteriores, se proporcionan los dispositivos de procesamiento correspondientes.

Un dispositivo de procesamiento en un sistema de una pluralidad de dispositivos de procesamiento conectados de manera comunicativa a través de una red de superposición entre pares; en donde cualquier dispositivo de procesamiento está configurado para

20 conectar a la red de superposición entre pares como un nodo par o como un nodo cliente, es decir, que es un nodo par o un nodo cliente; en donde un nodo cliente es conectable a la red de superposición entre pares a través de un nodo par;

El dispositivo de procesamiento comprende un circuito de procesamiento; circuitería de interfaz de red conectada al circuito de procesamiento y una memoria, dicha memoria que contiene instrucciones ejecutables por dicho procesador, por el cual el dispositivo de procesamiento está siendo operable para

25

- enviar una petición de conexión a un nodo par, la petición de conexión que comprende una

30 indicación de que dicho dispositivo de procesamiento quiere unirse como un nodo cliente.

Un dispositivo de procesamiento en un sistema de una pluralidad de dispositivos de procesamiento conectados de manera comunicativa a través de una red de superposición

entre pares; en donde cualquier dispositivo de procesamiento está configurado para conectar a la red de superposición entre pares como un nodo par o como un nodo cliente, es decir, que es un nodo par o un nodo cliente; en donde un nodo cliente es conectable a la red de superposición entre pares a través de un nodo par; el dispositivo de procesamiento que
5 comprende un circuito de procesamiento; circuitería de interfaz de red conectada al circuito de procesamiento y una memoria, dicha memoria que contiene instrucciones ejecutables por dicho procesador, por el cual el dispositivo de procesamiento que es operable para, cuando se es un nodo par,

- cuando se recibe una petición de conexión que comprende una indicación de que otro
10 dispositivo de procesamiento quiere unirse como un nodo cliente.

- determinar, si el dispositivo de procesamiento puede admitir conexiones adicionales de nodos cliente; y

- en respuesta a la petición de conexión, devolver un mensaje de rechazo a dicho otro dispositivo de procesamiento, si el dispositivo de procesamiento que recibe la petición de
15 conexión no puede admitir conexiones adicionales de nodos cliente.

Un dispositivo procesamiento en un sistema de una pluralidad de dispositivos de procesamiento conectados de manera comunicativa a través de una red de superposición entre pares; en donde cualquier dispositivo de procesamiento está configurado para conectar a la red de superposición entre pares como un nodo par o como un nodo cliente, es
20 decir, que es un nodo par o un nodo cliente; en donde un nodo cliente es conectable a la red de superposición entre pares a través de un nodo par. El dispositivo de procesamiento que comprende un circuito de procesamiento; circuitería de interfaz de red conectada al circuito de procesamiento y una memoria, dicha memoria que contiene instrucciones ejecutables por dicho procesador, el dispositivo de procesamiento que es operable para formar uno de los
25 nodos de una agrupación o que es operable para realizar un papel de cabecera de agrupación que conecta la agrupación a la red de superposición entre pares, el dispositivo de procesamiento que actúa por ello como un par, mientras que otros nodos de la agrupación, están unidos a la cabecera de agrupación como clientes, y en donde el dispositivo de procesamiento, según el papel de cabecera de agrupación, está configurado
30 para transferir el papel de cabecera de agrupación a otro nodo de la agrupación, de manera que el papel de cabecera de agrupación se traspasa de un nodo a otro entre los nodos en la agrupación.

Para los dispositivos de procesamiento de algunas realizaciones aplica que se usan en un sistema de una pluralidad de dispositivos de procesamiento conectados de manera comunicativa a través de una red de superposición entre pares; en donde cualquier dispositivo de procesamiento está configurado para conectar a la red de superposición entre pares como un nodo par o como un nodo cliente, es decir, que es un nodo par o un nodo cliente; en donde un nodo cliente es conectable a la red de superposición entre pares a través de un nodo par. Un dispositivo de procesamiento comprende un circuito de procesamiento; circuitería de interfaz de red conectada al circuito de procesamiento y una memoria, dicha memoria que contiene instrucciones ejecutables por dicho procesador.

- 5
- 10 Descrito en la presente memoria también están realizaciones de un sistema de comunicaciones que comprende una pluralidad de nodos que están conectados de manera comunicativa a través de una red de comunicaciones. Cada nodo puede comprender un circuito de procesamiento y circuitería de interfaz de red conectada al circuito de procesamiento, y cada nodo está configurado para conectar a la red de comunicaciones y
- 15 comunicar con otros nodos de la red de comunicaciones.

Consecuentemente, las realizaciones del sistema de comunicaciones descrito en la presente memoria proporcionan un mecanismo basado en agrupación para dispositivos de recursos restringidos que aumenta la eficiencia energética de una red de superposición P2P. Las realizaciones del sistema de comunicaciones facilitan a los dispositivos de procesamiento alimentados por baterías o de otro modo de recursos restringidos conectar a la red de superposición incluso si están en un modo de reposo la mayoría del tiempo, y compartir la carga de ser un par de la red (es decir de estar despierto) entre los miembros de una agrupación.

En particular, las realizaciones del sistema de comunicaciones descritas en la presente memoria permiten a los nodos alimentados por baterías que no pueden unirse como clientes, por ejemplo debido a que es su par de admisión ya tiene demasiados clientes o debido a que no hay pares permanentes en absoluto, agruparse juntos en una agrupación que puede comportarse como un único par el resto de la superposición. En algunas realizaciones, solamente un nodo único de cada agrupación realiza el papel de la cabecera de agrupación

Para el propósito de la presente descripción, los términos “reposo” y “dormido” se pretende que se refieran a un nodo que está en un estado de conservación de energía, mientras que el término “despierto” se pretende que se refiera a un nodo que está en un estado operativo que implica un consumo mayor de energía y/u otros recursos que el estado de conservación

de energía. Por ejemplo, estar despierto puede comprender estar totalmente operativo y realizar todas las funciones de un par en la red de superposición y/u otras funciones las cuales el nodo está configurado para realizar. Estar dormido puede comprender detener todas las actividades distintas de aquéllas requeridas para ser capaz de volver a entrar al estado operativo normal (es decir entrar al estado despierto) en un punto de tiempo predeterminado; por lo tanto, mientras que está dormido, el nodo puede aún operar algunos procesos básicos tales como un temporizador.

En algunas realizaciones, la pluralidad de nodos comprende al menos un primer tipo de nodos y un segundo tipo de nodos, cada nodo del segundo tipo que es operable para conectar a la red de comunicaciones a través de un nodo de admisión del primer tipo. En particular, el primer tipo de nodos pueden ser pares de una red de superposición entre pares, y el segundo tipo de nodos pueden ser nodos clientes conectables a la red de superposición entre pares a través de un nodo par de la red de superposición entre pares. En algunas realizaciones, el nodo de cabecera de agrupación puede unirse de esta manera a la red de superposición como un par, mientras que los otros miembros de la agrupación están conectados a la cabecera de agrupación como clientes, y de esta manera son capaces de reposar la mayoría del tiempo.

Para el propósito de la presente descripción, el término par se pretende que se refiera a un nodo en la red de comunicaciones que está configurado para encaminar mensajes a y/o desde nodos distintos de aquéllos a los que está conectado directamente. En algunas realizaciones, un par está configurado también para almacenar datos relacionados con la red de comunicaciones. En general, una red P2P puede proporcionar un servicio de almacenamiento distribuido genérico que puede permitir el almacenamiento de cualquier dato o al menos ciertos tipos de datos de una manera distribuida. Por lo tanto, se pueden almacenar registros que de otra manera se pueden almacenar centralmente en una base de datos de una manera distribuida entre los pares de la red P2P. Es decir, cada par puede almacenar cero o más registros. Un ejemplo de tales datos es el almacenamiento de un registro que contiene un Identificador de Recursos Uniforme (URI) del Protocolo de Inicio de Sesiones (SIP) y su ID de nodo asociado. Tal uso se describe en el borrador de Internet "A SIP Usage for RELOAD", de Jennings, C., Lowekamp, B., Rescorla, E., Baset, S., y H. Schulzrinne, enero de 2012, disponible en <http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-p2psip-sip-07>. En este ejemplo, un nodo puede buscar un URI de SIP y recuperar el ID del nodo que corresponde a ese URI de SIP.

Para el propósito de la presente descripción, el término cliente se pretende que se refiera a un nodo que no tiene responsabilidades de encaminamiento o almacenamiento con respecto a la red de comunicaciones.

5 A fin de equilibrar la carga de energía, el papel de ser la cabecera de agrupación se comparte por todos los nodos en la agrupación. Para este fin, en algunas realizaciones, la agrupación es operable para mantener una programación de cabecera de agrupación indicativa de información acerca de qué nodo va a tomar el control del papel de cabecera de agrupación en qué punto en el tiempo. Por lo tanto, un nodo de agrupación solamente actúa como el nodo de cabecera de agrupación durante una cierta cantidad de tiempo. Entonces,
10 otro nodo de la agrupación llega a ser la nueva cabecera de agrupación. Para el propósito de la presente descripción, el proceso para transferir el papel de cabecera de agrupación de un nodo de la agrupación a otro nodo de la agrupación también se conocerá como traspaso de cabecera de agrupación.

En algunas realizaciones, cada nodo de la red de comunicaciones es identificable para otros
15 nodos de la red de comunicaciones mediante un identificador de nodo. El mecanismo para transferir el papel de cabecera de agrupación puede comprender de esta manera un mecanismo para compartir, entre los nodos de la agrupación, un identificador de nodo de agrupación para identificar la agrupación como un nodo de la red de comunicaciones; en donde la agrupación es identificable mediante el mismo identificador de nodo de agrupación
20 antes y después de una transferencia del papel de cabecera de agrupación de un nodo de la agrupación a otro nodo de la agrupación. Por lo tanto, a fin de evitar una agitación y minimizar el número mensajes de señalización en la superposición, todos los nodos de cabecera de agrupación pueden compartir el mismo ID de nodo. Por lo tanto, un traspaso de cabecera de agrupación se ve desde fuera de la agrupación sólo como un par que cambia
25 su dirección de red (por ejemplo su dirección y puerto IP).

En algunas realizaciones todas las comunicaciones dentro de la agrupación, es decir entre miembros de la agrupación, incluyendo traspasos de cabecera de agrupación, pueden emplear mensajes estándar de un protocolo existente para comunicación dentro de la red de comunicaciones, sin requerir la introducción de tipos de mensaje adicionales. Por ejemplo,
30 en el contexto de RELOAD, todas las comunicaciones dentro de una agrupación se pueden implementar con mensajes RELOAD existentes.

Sin embargo, en algunas realizaciones, es beneficioso introducir uno o más mecanismos para coordinar las acciones de los miembros de la agrupación. En algunas realizaciones, la agrupación mantiene información acerca de los nodos que son parte de la agrupación y para

sincronizarlos, en particular para sincronizar en qué punto en el tiempo qué nodo de la agrupación va a tomar el control del papel de cabecera de agrupación. Para este fin, la información puede ser indicativa de (es decir al menos ser suficiente para determinar un nodo de agrupación) el punto en el tiempo cuando cada uno de los nodos de la agrupación se programa para tomar el control del papel de cabecera de agrupación, permitiendo de esta manera a cada nodo determinar cuándo tiene que despertarse de un modo de reposo. Ya que esta información se puede almacenar convenientemente en forma de tabla, esta información, para el propósito de la presente descripción, también se conocerá como una tabla de agrupación. Se entenderá, no obstante, que la información también se puede almacenar en un formato diferente distinto de un formato de tabla. La tabla de agrupación se puede almacenar en la memoria de uno, más o todos los miembros de la agrupación a fin de proporcionar acceso a la información almacenada a todos los miembros de la agrupación. En algunas realizaciones la tabla de agrupación comprende la programación de cabecera de agrupación descrita anteriormente y a continuación. Alternativamente, la programación de cabecera de agrupación se puede almacenar en una estructura de datos separada. Crear una nueva agrupación puede comprender de esta manera poner a disposición la tabla de agrupación al menos los miembros de la agrupación, por ejemplo creando un recurso de red adecuado.

En algunas realizaciones, la agrupación puede tener almacenada una clave privada de un certificado de cabecera de agrupación a fin de proporcionar protección de autenticidad y/o confidencialidad de la comunicación entre la agrupación y otros nodos de la red de comunicaciones. La clave privada también se conocerá como la clave de la agrupación; se puede almacenar en una memoria de uno, algunos o todos los miembros de la agrupación. En algunas realizaciones, la clave de la agrupación se almacena como un recurso especial que no está compartido con otros nodos fuera de la agrupación.

Según un aspecto, la pluralidad de nodos comprende al menos un primer tipo de nodos y un segundo tipo de nodos, cada nodo del segundo tipo que es operable para conectar a la red de comunicaciones a través de un nodo del primer tipo; en donde un nodo del segundo tipo es operable para enviar una petición de conexión a un nodo de admisión del primer tipo, la petición de conexión que comprende una indicación de que el nodo solicitante es un nodo del segundo tipo; y en donde el nodo de admisión es operable para determinar si el nodo de admisión puede admitir conexiones adicionales de nodos del segundo tipo, y, en respuesta a la petición de conexión, devolver un mensaje de rechazo al nodo solicitante, si el nodo de admisión no puede admitir conexiones adicionales de nodos del segundo tipo.

Consecuentemente se proporciona un mecanismo para limitar explícitamente el número de clientes por par. Se apreciará que se pueden usar realizaciones del mecanismo descrito en la presente memoria para rechazar una conexión desde un cliente (es decir, un nodo que quiere conectar a la superposición como un cliente) y/o rechazar una conexión de rama, es decir una conexión desde un nodo que ya está en la superposición y quiere conectar con un nodo par. La especificación del protocolo RELOAD actual solamente proporciona un campo de "clientes permitidos" del fichero de configuración de superposición a fin de permitir especificar si los nodos del tipo cliente se permiten del todo en una red dada, o si todos los nodos deben ser pares. No obstante, las especificaciones de RELOAD de la técnica anterior proponen no proporcionan forma para que la superposición haga cumplir esto. Los inventores se han dado cuenta que se puede lograr una gestión más eficiente de clientes en una red entre pares cuando la red facilita pares para determinar si un nuevo nodo que intenta conectarse a la red uniéndose a dicho par es un cliente o un nuevo par. En el contexto de la especificación RELOAD de la técnica anterior, la única diferencia entre una unión a un nodo mediante un cliente y un par es que los pares realizarán una operación de unión en un punto posterior en el tiempo. Por lo tanto, en un sistema RELOAD de la técnica anterior, una vez que se alcanza un límite para el número de clientes, la única forma de rechazar clientes es cortar la conexión a un nodo recién unido después de esperar algún tiempo para la operación de unión desaparecida, dado que rechazar nuevos nodos de unión desde el principio impediría también que se unan nuevos pares a la red. Realizaciones de un aspecto del sistema descrito en la presente memoria, por otra parte, proporcionan un mecanismo eficiente que permite a un par identificar clientes cuando se unen, y rechazar selectivamente clientes si el par no tiene suficientes recursos.

La petición de conexión puede ser una petición de unión que establece una conexión directa entre el nodo solicitante con un nodo de admisión de una red de superposición de manera que pueden intercambiar mensajes directos, a diferencia de los intercambios de mensajes a través de la red de comunicaciones que atraviesan múltiples nodos de la red de superposición. Por lo tanto intercambiar un mensaje directo entre nodos de una red de superposición se pretende que se refiera a un mensaje que no atraviesa ningún otro nodo de superposición; sin embargo, el mensaje puede atravesar probablemente un conjunto de encaminadores de red u otros nodos de la red subyacente, distintos de los nodos de superposición.

Según un aspecto adicional, se proporciona un mecanismo más eficiente para conectar nodos de un tipo cliente. Según este aspecto, la pluralidad de nodos comprende al menos un primer tipo de nodos y un segundo tipo de nodos, cada nodo del segundo tipo que es

operable para conectar a la red de comunicaciones a través de un nodo de admisión del primer tipo, el nodo de admisión que es operable para enviar mensajes de actualización recurrentes a los nodos del segundo tipo conectados a él; y en donde dicho nodo del segundo tipo es operable para enviar un mensaje al nodo de admisión indicativo de una petición de no recibir ningún mensaje de actualización recurrente; y en donde el nodo de admisión es operable, en respuesta a recibir dicho mensaje, para no enviar mensajes de actualización recurrentes a dicho nodo del segundo tipo.

Por lo tanto, se proporciona un mecanismo que permite a un nodo cliente evitar la necesidad de recibir actualizaciones continuas desde otros nodos en la superposición, permitiendo de esta manera al nodo cliente estar en un estado de ahorro de energía, por ejemplo un modo de reposo, sin participar en el encaminamiento de superposición. Los mensajes de actualización recurrentes son mensajes de actualización que se envían en ciertos intervalos de tiempo regulares o irregulares, por ejemplo periódicamente. El contenido del mensaje de actualización puede variar de vez en cuando. En la especificación RELOAD de la técnica anterior, los clientes reciben actualizaciones periódicas y asíncronas desde el par de admisión al que están conectados. Incluso aunque los clientes pueden marcar con la marca "send_update" de un mensaje de Petición de Unión como FALSO, esto solamente deshabilita el envío de una actualización inmediata. Los procedimientos de estabilización periódicos en la superposición continúan y el cliente seguiría recibiendo actualizaciones periódicas, consumiendo de esta manera ancho de banda y energía de ambos, el par de admisión y sus clientes. Además, las realizaciones de una red de comunicación descrita en la presente memoria evitan errores indeseados causados por clientes que están en un modo de reposo cuando un par de admisión intenta enviar un mensaje actualizado al cliente. Tal intento fallido puede causar de otro modo un error de conexión en el par de admisión, haciendo al par posiblemente de esta manera asumir que el cliente se ha ido y borrar el cliente de su lista de clientes.

Los inventores se han dado cuenta que, dado que los clientes no participan en el encaminamiento, el único propósito de estos mensajes de actualización es permitir a los clientes saber si hay un par de admisión mejor para ellos. No obstante los clientes en reposo o conectados intermitentemente pueden usar otros mecanismos (por ejemplo mecanismos de Ping o RouteQuery) para identificar esta situación la siguiente vez que contacten su par de admisión.

En algunas realizaciones, cada nodo del segundo tipo es operable para conectar a la red de comunicaciones uniéndose a un nodo de admisión del primer tipo a fin de permitir al nodo

del segundo tipo y al nodo de admisión intercambiar mensajes directos, a diferencia de intercambios de mensajes a través de la red de comunicaciones que atraviesan múltiples nodos. El nodo de admisión puede ser operable de esta manera para enviar mensajes de actualización recurrentes a los nodos del segundo tipo unidos a él; y en donde dicho nodo del segundo tipo es operable para enviar un mensaje al nodo de admisión indicativo de una petición de no recibir ningún mensaje de actualización recurrente; y en donde el nodo de admisión es operable, en respuesta a recibir dicho mensaje, para no enviar mensajes de actualización recurrentes a dicho nodo del segundo tipo.

En algunas realizaciones, el mensaje indicativo de una petición de no recibir ningún mensaje de actualización recurrente puede ser una petición para unirse a un nodo de la red, es decir la petición de no recibir mensajes actualizados se puede incluir en la petición de unión, por ejemplo como una marca u otra indicación adecuada. Alternativamente, la indicación se puede incluir en un mensaje separado diferente de un mensaje de unión. En algunas realizaciones, el nodo del segundo tipo puede ser operable para enviar un mensaje al nodo de admisión indicativo de una petición para reanudar los mensajes de actualización de recurrentes.

En algunas realizaciones, la red de comunicaciones es una red de superposición, es decir una red de nodos que está construida en la parte superior de otra red. Los nodos en la superposición se pueden considerar como que están conectados mediante enlaces virtuales o lógicos, cada uno de los cuales corresponde a un camino. Los nodos de la superposición se pueden representar mediante un gráfico. En algunas realizaciones, cada nodo en la superposición está asignado a un identificador de nodo el cual, junto con un algoritmo de superposición, determina su posición en el gráfico y el conjunto de nodos al que conecta. Un ejemplo de una red de superposición P2P es una red de superposición P2P que usa una tabla de cálculo de claves distribuidas. La red subyacente puede ser cualquier red informática adecuada, tal como una red informática de área extensa, por ejemplo Internet u otra red informática que implementa un Protocolo de Internet. En algunas realizaciones, la red de superposición implementa un protocolo de señalización entre Pares (P2P) para uso en la red informática subyacente tal como Internet. El protocolo de señalización P2P dota a sus nodos con un servicio de almacenamiento y mensajería entre un conjunto de pares de cooperación que forman la red de superposición. Un ejemplo de tal protocolo de señalización P2P es RELOAD, ver el borrador de Internet "Resource Location And Discovery Base Protocol" de 5 noviembre de 2012 de C. Jennings, B. B. Lowekamp, E. K. Rescorla, S. A. Baset, y H. G. Schulzrinne, disponible en línea en <http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-p2psip-base-23>. En algunas realizaciones, los nodos de la red de superposición P2P y, en particular

los nodos de una agrupación, se pueden situar a distancias relativamente grandes unos de otros, ejemplo muchos kilómetros.

Cada nodo de la red puede ser un ordenador u otro dispositivo de procesamiento que comprende un circuito de procesamiento y circuitería de interfaz para conectar el nodo a la red de comunicaciones, por ejemplo a través de una conexión cableada o inalámbrica. Los sensores son ejemplos de tales nodos que están diseñados para detectar o monitorizar una o más cantidades físicas, tales como temperatura, humedad, concentración de uno o más componentes, cantidades eléctricas, tensión, posiciones, velocidad, aceleración, radiación, etc. Tales sensores se pueden configurar para implementar modos de operación de bajo consumo a fin de permitir al sensor ser parcial o completamente autónomo y alimentado por baterías durante un tiempo de vida considerable dependiendo del ciclo de trabajo y los recursos de comunicaciones usados. Los actuadores son ejemplos de nodos que son operables para actuar en un entorno. Por ejemplo, un actuador puede ser un motor que produce movimiento al recibir un comando sobre una red.

Para el propósito de la presente descripción, el término “unir” un nodo a un nodo de la red de comunicaciones se pretende que se refiera a cualquier procedimiento adecuado para establecer una conexión directa con otro nodo de manera que puedan intercambiar mensajes directos, a diferencia de los intercambios de mensajes a través de la red de comunicaciones que atraviesan múltiples nodos. Cuando un nodo cliente se une a un par, el cliente puede comunicar de esta manera con otros nodos de la red a través de dicho par. Una operación de “unión” se puede usar por un nodo para unirse a una superposición como un par. Cuando el nodo se une a la superposición como un par, será responsable de gestionar una parte de la superposición. El término “conectar” a una red de comunicaciones se pretende que se refiera a cualquier procedimiento de registro adecuado para registrar un nodo con una red de comunicaciones tal como una red de superposición P2P, a fin de permitir al nodo comunicar con los otros nodos de la red de comunicaciones.

Descritos en la presente memoria están diferentes aspectos que incluyen el sistema de comunicaciones descrito anteriormente y a continuación, los métodos, aparatos, dispositivos, y/o medios de producto correspondientes, cada uno que produce uno o más de los beneficios y ventajas descritos en conexión con el primer aspecto mencionado, y cada uno que tiene una o más realizaciones que corresponden a las realizaciones descritas en conexión con el primer aspecto mencionado y/o descritas en la reivindicaciones adjuntas.

Según un aspecto, descrito en la presente memoria está un método para conectar un dispositivo de procesamiento a un sistema de comunicaciones como un nodo del sistema de comunicaciones; el método que comprende:

- formar al menos una agrupación de nodos,

5 - asignar un papel de cabecera de agrupación a uno de los nodos de la agrupación;

- conectar la agrupación a la red de comunicaciones a través de dicho nodo de cabecera de agrupación, e

- implementar un mecanismo para transferir el papel de cabecera de agrupación desde un nodo de la agrupación a otro nodo de la agrupación.

10 Según otro aspecto, descrito en la presente memoria está un método para conectar un dispositivo de procesamiento a un sistema de comunicaciones como un nodo del sistema de comunicaciones, cada nodo del sistema de comunicaciones que está configurado para conectar a la red de comunicaciones como un primer tipo de nodo o como un segundo tipo de nodo, cada nodo del segundo tipo que es operable para conectar a la red de comunicaciones a través de un nodo del primer tipo; el método que comprende:

- enviar una petición de conexión a un nodo de admisión del primer tipo, la petición de conexión que comprende una indicación de que el nodo solicitante es un nodo del segundo tipo;

- determinar, mediante el nodo de admisión, si el nodo de admisión puede admitir conexiones adicionales de nodos del segundo tipo, y

- en respuesta a la petición de conexión, devolver un mensaje de rechazo por el nodo de admisión al nodo solicitante, si el nodo de admisión no puede admitir conexiones adicionales de nodos del segundo tipo.

25 Según aún otro aspecto, descrito en la presente memoria está un método para conectar un dispositivo de procesamiento a un sistema de comunicaciones como un nodo del sistema de comunicaciones, cada nodo del sistema de comunicaciones que está configurado para conectar a la red de comunicaciones como un primer tipo de nodo o como un segundo tipo de nodo, cada nodo del segundo tipo que es operable para conectar a la red de comunicaciones a través de un nodo de admisión del primer tipo; el método que comprende:

30 - enviar, mediante un nodo de admisión, mensajes de actualización recurrentes a los nodos del segundo tipo conectados a él;

- recibir, mediante el nodo de admisión, desde uno de los nodos del segundo tipo conectados a él, un mensaje indicativo de una petición de no recibir ningún mensaje de actualización recurrente; y

5 - en respuesta al mensaje recibido, omitir enviar mensajes de actualización recurrentes a dicho nodo del segundo tipo desde el cual se ha recibido el mensaje.

En algunas realizaciones la conexión es una unión del dispositivo de procesamiento al nodo de admisión, y una petición de conexión es una petición de unión que solicita unión del dispositivo de procesamiento al nodo de admisión.

10 Los rasgos de las realizaciones de los métodos descritos en la presente memoria se pueden implementar en software y llevar a cabo en un dispositivo de procesamiento u otro sistema de procesamiento de datos causado por la ejecución de instrucciones ejecutables por ordenador. Las instrucciones pueden ser medios de código de programa cargados en una memoria, tal como una Memoria de Acceso Aleatorio (RAM), desde un medio de almacenamiento o desde otro ordenador a través de una red informática. Alternativamente,
15 los rasgos descritos se pueden implementar mediante circuitería cableada en lugar de software o en combinación con software.

Según aún otro aspecto, descrito en la presente memoria está un dispositivo de procesamiento para uso como un nodo en un sistema de comunicaciones, el sistema de comunicaciones que comprende una pluralidad de nodos conectados de manera
20 comunicativa a través de una red de comunicaciones, el dispositivo de procesamiento que comprende un circuito de procesamiento y circuitería de interfaz de red conectada al circuito de procesamiento; el dispositivo de procesamiento que está configurado para conectar a la red de comunicaciones y para comunicar con otros nodos del sistema de comunicaciones, el sistema de comunicaciones que comprende al menos una agrupación de nodos, en donde el
25 dispositivo de procesamiento es operable para conectar al sistema de comunicaciones como un miembro de dicha agrupación; y para realizar un papel de cabecera de agrupación que conecta la agrupación a la red de comunicaciones, y en donde el dispositivo de procesamiento es operable para transferir el papel de cabecera de agrupación a otro nodo de la agrupación según un mecanismo para transferir el papel de cabecera de agrupación.

30 En algunas realizaciones, el dispositivo de procesamiento comprende una memoria que tiene almacenado en la misma un identificador de nodo para identificar el dispositivo de procesamiento dentro del sistema de comunicaciones. En algunas realizaciones la memoria tiene almacenado en la misma un identificador de nodo privado para identificar el dispositivo

de procesamiento a otros miembros de la agrupación, y un identificador de nodo público para identificar la agrupación dentro del sistema de comunicaciones. Por lo tanto, en algunas realizaciones, el identificador de nodo público del dispositivo de procesamiento que inicia una nueva agrupación, es decir el nodo inicial de la agrupación, se usa como un
5 identificador de nodo de agrupación para identificar la agrupación en la red de comunicaciones.

En algunas realizaciones, el dispositivo de procesamiento puede tener almacenada en el mismo una clave criptográfica respectiva asociada con cada identificador de nodo. Crear una nueva agrupación puede comprender poner a disposición la clave criptográfica asociada
10 con el identificador de nodo público del dispositivo de procesamiento que crea la nueva agrupación a otros miembros de la agrupación sin poner a disposición dicha clave criptográfica a otros nodos de la red de comunicaciones que no son miembros de la agrupación.

Según aún otro aspecto, descrito en la presente memoria está un dispositivo de
15 procesamiento para uso como un nodo en un sistema de comunicaciones, el sistema de comunicaciones que comprende una pluralidad de nodos conectados de manera comunicativa a través de una red de comunicaciones, el dispositivo de procesamiento que comprende un circuito de procesamiento y circuitería de interfaz de red conectada al circuito de procesamiento; el dispositivo de procesamiento que está configurado para conectar a la
20 red de comunicaciones y para comunicar con otros nodos del sistema de comunicaciones, cada nodo del sistema de comunicaciones que está configurado para conectar a la red de comunicaciones como un primer tipo de nodo o como un segundo tipo de nodo, cada nodo del segundo tipo que es operable para conectar a la red de comunicaciones a través de un nodo del primer tipo; el dispositivo de procesamiento que es operable para enviar una
25 petición de conexión a un nodo de admisión del primer tipo, la petición de conexión que comprende una indicación de que un dispositivo de procesamiento es un nodo del segundo tipo, y recibir, desde el nodo de admisión una respuesta, indicativa de un resultado de una determinación, por el nodo de admisión, si el nodo de admisión puede admitir conexiones adicionales de nodos del segundo tipo.

Según aún otro aspecto, descrito en la presente invención está un dispositivo de
30 procesamiento para uso como un nodo en un sistema de comunicaciones, el sistema de comunicaciones que comprende una pluralidad de nodos conectados de manera comunicativa a través de una red de comunicaciones, el dispositivo de procesamiento que comprende un circuito de procesamiento y circuitería de interfaz de red conectada al circuito

de procesamiento; el dispositivo de procesamiento que está configurado para conectar a la red de comunicaciones y para comunicar con otros nodos del sistema de comunicaciones, cada nodo del sistema de comunicaciones que está configurado para conectar a la red de comunicaciones como un primer tipo de nodo o como un segundo tipo de nodo, cada nodo del segundo tipo que es operable para conectar a la red de comunicaciones a través de un nodo del primer tipo; el dispositivo de procesamiento que es operable:

- para conectar a la red de comunicaciones como un nodo del primer tipo,
- para recibir una petición de conexión, la petición de conexión que comprende una indicación de que otro dispositivo de procesamiento solicita conexión a la red de comunicaciones como un nodo del segundo tipo,
- para determinar, si el dispositivo de procesamiento puede admitir conexiones adicionales de nodos del segundo tipo; y
- en respuesta a la petición de corrección, para devolver un mensaje de rechazo a dicho otro dispositivo de procesamiento, si el procesamiento no puede admitir conexiones adicionales de nodos del segundo tipo.

Según aún otro aspecto, descrito en la presente memoria está un dispositivo de procesamiento para uso como un nodo en un sistema de comunicaciones, el sistema de comunicaciones que comprende una pluralidad de nodos conectados de manera comunicativa a través de una red de comunicaciones, el dispositivo de procesamiento que comprende un circuito de procesamiento y circuitería de interfaz de red conectada al circuito de procesamiento; el dispositivo de procesamiento que está configurado para conectar a la red de comunicaciones y para comunicar con otros nodos del sistema de comunicaciones, cada nodo del sistema de comunicaciones que está configurado para conectar a la red de comunicaciones como un primer tipo de nodo o como un segundo tipo de nodo, cada nodo del segundo tipo que es operable para conectar a la red de comunicaciones a través de un nodo del primer tipo; el dispositivo de procesamiento que es operable:

- para conectar a la red de comunicaciones como un nodo del primer tipo,
- para enviar mensajes de actualización recurrentes a nodos del segundo tipo conectados a él;
- para recibir, desde uno de los nodos del segundo tipo conectados a él, un mensaje indicativo de una petición de no recibir ningún mensaje de actualización recurrente; y

- en respuesta al mensaje recibido, para omitir enviar mensajes de actualización recurrentes a dicho nodo del segundo tipo desde el cual se ha recibido el mensaje.

Según aún otro aspecto, descrito en la presente memoria está un dispositivo de procesamiento para uso como un nodo en un sistema de comunicaciones, el sistema de comunicaciones que comprende una pluralidad de nodos conectados de manera comunicativa a través de una red de comunicaciones, el dispositivo de procesamiento que comprende un circuito de procesamiento y circuitería de interfaz de red conectada al circuito de procesamiento; el dispositivo de procesamiento que está configurado para conectar a la red de comunicaciones y para comunicar con otros nodos del sistema de comunicaciones, cada nodo del sistema de comunicaciones que está configurado para conectar a la red de comunicaciones como un primer tipo de nodo o como un segundo tipo de nodo, cada nodo del segundo tipo que es operable para conectar a la red de comunicaciones a través de un nodo del primer tipo; el dispositivo de procesamiento que es operable:

- para conectar, a través de un nodo de admisión, a la red de comunicaciones como un nodo del segundo tipo,

- para enviar, al nodo de admisión, un mensaje indicativo de una petición de no recibir ningún mensaje de actualización recurrente a fin de hacer al nodo de admisión omitir enviar mensajes de actualización recurrentes al dispositivo de procesamiento.

Generalmente, la circuitería de interfaz de red puede ser cualquier circuitería o dispositivo configurado para proporcionar comunicación con una red de comunicaciones, por ejemplo una red de comunicaciones inalámbrica o cableada.

El circuito de procesamiento puede ser cualquier circuitería o dispositivo configurado para realizar procesamiento de datos, por ejemplo un microprocesador programado adecuadamente, una unidad central de proceso (CPU) de un ordenador, de un terminal de mano, o de otro dispositivo de procesamiento, un circuito de hardware dedicado, etc., o una combinación de los anteriores. El dispositivo de procesamiento puede comprender una memoria u otro medio de almacenamiento adecuado que tiene un código de programa de ordenador almacenado en el mismo adaptado para hacer, cuando se ejecuta por el circuito de procesamiento, al dispositivo de procesamiento realizar los pasos de las realizaciones del método descrito en la presente memoria.

Ejemplos del dispositivo de procesamiento incluyen un Equipo de Usuario (UE) tal como un teléfono móvil, un teléfono inteligente, u otro dispositivo de comunicaciones inalámbrico adecuado, un ordenador, un sensor, un actuador, etc. o combinaciones de los mismos.

Breve descripción de los dibujos

Los objetos, rasgos y ventajas anteriores y/o adicionales de realizaciones de los métodos, sistemas y dispositivos descritos en la presente memoria, se dilucidarán además mediante la siguiente descripción detallada ilustrativa y no limitante de las realizaciones de los métodos, sistemas y dispositivos descritos en la presente memoria, con referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

La figura 1 ilustra esquemáticamente partes de una realización de un sistema de comunicaciones.

La figura 2 muestra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de procesamiento operable como un nodo de una red de superposición P2P como se describe en la presente memoria.

La figura 3 muestra un ejemplo de un proceso para conectar un nodo cliente a una red de superposición.

La figura 4 muestra un ejemplo de la estructura de mensajes de una petición de unión para unir un nodo a otro nodo de una red de superposición P2P.

La figura 5 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de un proceso para admitir un nuevo nodo cliente mediante un par de admisión.

La figura 6 muestra un diagrama de flujo de un proceso, realizado por un dispositivo de procesamiento, para conectar a una red de superposición.

La figura 7 ilustra esquemáticamente un ejemplo de una parte de una red de superposición que incluye una agrupación como se describe en la presente memoria.

La figura 8 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de un proceso para crear una nueva agrupación.

La figura 9 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de un proceso para unirse a una nueva agrupación, que permite a un dispositivo de procesamiento unirse a una agrupación existente como un nuevo nodo.

La figura 10 muestra en un diagrama de flujo de mensajes que ilustra los mensajes intercambiados entre la cabecera de agrupación y el nuevo un nodo de agrupación que se une a la agrupación.

La figura 11 muestra el flujo de mensajes entre la cabecera de agrupación actual y la siguiente cabecera de agrupación durante un ejemplo de un traspaso de cabecera de agrupación.

La figura 12 muestra un dispositivo de procesamiento que comprende un módulo de envío.

- 5 La figura 13 muestra un dispositivo de procesamiento que comprende un módulo de par; un módulo de petición de conexión; un módulo de determinación y un módulo de rechazo.

La figura 14 muestra un dispositivo de procesamiento que comprende un módulo de formación de agrupación y un módulo de transferencia de cabecera de agrupación.

Descripción detallada

- 10 En la siguiente descripción, se hace referencia a las figuras anexas, las cuales muestran a modo de ilustración cómo se pueden poner en práctica las realizaciones de los métodos, sistemas y dispositivos descritos en la presente memoria.

La figura 1 ilustra esquemáticamente partes de una realización de un sistema de comunicaciones, en particular partes de una red de superposición P2P de un sistema de comunicaciones subyacente. El sistema comprende los dispositivos de procesamiento 101, 102, conectados a la red de superposición como nodos de la red de superposición. Los nodos están conectados uno con otro mediante enlaces lógicos 104 a fin de formar la topología de la red de superposición. Se apreciará que cada enlace se puede implementar mediante un camino de comunicaciones de la red de comunicaciones subyacente donde el camino puede implicar una conexión directa entre dos nodos o puede implicar múltiples entidades de la red de comunicaciones subyacente.

La red de superposición comprende un primer tipo de nodos 101, también conocidos como pares. Los pares 101 y sus enlaces de interconexión 104 definen la topología global de la red y los pares 101 participan en el encaminamiento de los mensajes entre nodos distintos de los mensajes desde los nodos a los que está directamente conectado un par. Los pares además proporcionan capacidad de almacenamiento para información relacionada con la red de superposición, tal como información encaminamiento, directorios de red, etc.

La red de superposición además comprende un segundo tipo de nodos 102, también conocidos como clientes. Cada cliente 102 está conectado a la red de superposición a través de un par de admisión 101. Por lo tanto, un cliente solamente participa en el encaminamiento de los mensajes dirigidos a él o procedentes de él.

En el ejemplo en la figura 1, los pares están dispuestos en una topología en forma de anillo, por ejemplo usando el protocolo Chord. La disposición de los nodos y enlaces, así como las tareas de encaminamiento y almacenamiento a ser realizadas por los nodos se pueden definir en un algoritmo de superposición y siguen un protocolo adecuado, tal como el protocolo RELOAD.

Detalles adicionales del protocolo RELOAD y ejemplos de una realización de una superposición P2P, sus componentes y los procedimientos de unión convencionales se pueden encontrar en el borrador de Internet "A Constrained Application Protocol (CoAP) Usage for REsource Location And Discovery (RELOAD)" de 20 agosto de 2012 de J. Jiménez, J. López-Vega, J. Maenpaa y G. Camarillo, disponible en línea en: <http://tools.ietf.org/html/draft-jimenez-p2psip-coap-reload-02>, y en el borrador de Internet "Resource Location And Discovery Base Protocol" de 5 de noviembre de 2012 de C. Jennings, B. B. Lowekamp, E. K. Rescorla, S. A. Baset, y H. G. Schulzrinne, disponible en línea en <http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-p2psip-base-23>.

Se apreciará, no obstante, que la red puede implementar una topología de red diferente y/o implementar diferentes protocolos de señalización y/o algoritmos de superposición.

La figura 2 muestra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de procesamiento 201 operable como un nodo de una red de superposición P2P como se describe en la presente memoria, por ejemplo la red de superposición de la figura 1. El dispositivo de procesamiento 201 comprende un controlador 212 y otra circuitería y/o componentes hardware 213 conectados adecuadamente al controlador 212. El controlador 212 comprende un circuito de procesamiento 216 y una memoria 217 conectada al circuito de procesamiento. El circuito de procesamiento 216 puede ser un microprocesador, CPU, u otro procesador adecuado. La memoria 217 puede ser cualquier memoria volátil o no volátil adecuada u otro dispositivo de almacenamiento de datos. La memoria 217 puede tener almacenados en la misma los datos 218 y un código de programa de ordenador 219, el código de programa 219 que está adaptado para hacer al circuito de procesamiento 216 realizar procesos a ser realizados por el dispositivo de procesamiento, tales como los pasos de las realizaciones del método descritos en la presente memoria que se realizan por el dispositivo de procesamiento 201, por ejemplo los pasos descritos con referencia a las figuras 3, 6, 8 - 11 más adelante. En particular, la memoria puede tener almacenados en la misma un ID de nodo privado 261 y un ID de nodo público 262 y las claves criptográficas correspondientes 263 y 264, respectivamente, asociadas con los respectivos de los ID de nodos. Los otros componentes hardware/circuitería 213 pueden comprender opcionalmente

un dispositivo sensor 215 para detectar una cantidad física, una interfaz de usuario, por ejemplo un visualizador, teclado, teclado numérico, pantalla táctil, y/o similares. El dispositivo de procesamiento 201 además comprende circuitería de interfaz de red, tal como la circuitería radio 214 para radiocomunicación a través de una antena 220 con una red de acceso radio. El ejemplo de la figura 2 muestra una realización implementada por procesador, pero realizaciones alternativas podrían usar elementos cableados o una combinación de ambos. El dispositivo de procesamiento puede ser conectable a la superposición como un par o como un cliente. Se apreciará, no obstante, que, dependiendo de los recursos informáticos, patrones de uso, capacidad de almacenamiento, y/o fuente de alimentación, algunos dispositivo de procesamiento pueden ser más adecuados para conexión como clientes en lugar de como pares, mientras que otros dispositivos de procesamiento pueden ser conectables igualmente bien como pares y como clientes o conectables más adecuadamente como pares.

A continuación, se describirán realizaciones en el contexto de RELOAD y, en particular, se describirán modificaciones a los sistemas RELOAD de la técnica anterior que facilitan soporte de pares de recursos restringidos (por ejemplo activadores) y clientes alimentados por baterías (por ejemplo sensores) en superposiciones RELOAD. Además, se describirá una realización de un mecanismo en el contexto de RELOAD que permite a los nodos alimentados por baterías que no pueden conectar como clientes construir una agrupación a fin de compartir la carga de participación en las operaciones de superposición como un par.

La figura 3 muestra un ejemplo de un proceso para conectar un nodo cliente a una red de superposición, por ejemplo la red de superposición de la figura 1 tal como una red de superposición RELOAD.

En el paso S301, el dispositivo de procesamiento 302 que solicita conectar a la red envía una petición de unión 320 a un nodo par 301 de la red.

La figura 4 muestra un ejemplo de la estructura de mensajes de la petición de unión 320, por ejemplo un mensaje de Petición de Unión RELOAD modificado. En particular, la petición de unión 320 comprende un campo 421 que indica si el dispositivo solicitante 302 solicita una unión como un nodo cliente. Se apreciará que la petición de unión 320 puede comprender un número de campos adicionales. Un ejemplo específico de una petición de unión puede tener la siguiente estructura:

```
struct {
    opaque          ufrag<0..2^8-1>;
```

```

    opaque      password<0..2^8-1>;

    opaque      role<0..2^8-1>;

    IceCandidate candidates<0..2^16-1>;

    Boolean     send_update;

5      Boolean     client_node;

    }

    AttachReq;

```

Donde el campo 421 se implementa como un campo Booleano “client_node”. Este campo se fija VERDADERO cuando el nodo 302 quiere unirse como un cliente, y a FALSO de otro modo (por ejemplo cuando el nodo 302 es un par de unión o una rama).

La petición de unión puede comprender además un campo 422 que indica si el nodo solicitante 302 desea recibir mensajes actualizados periódicos o de otro modo recurrentes. De nuevo, este campo se puede implementar como un campo Booleano y llamado “send_update”. Por ejemplo del uso de tal campo se describirá en mayor detalle más adelante.

De nuevo con referencia la figura 3, en el paso S302, tras la recepción de la petición de unión 320, el nodo de admisión 301 determinar si todavía tiene suficientes recursos para admitir un cliente adicional unido a él. Por ejemplo, el nodo de admisión puede determinar si ya se ha alcanzado un número máximo predeterminado de clientes unidos, o el nodo de admisión puede hacer la determinación en base a otros criterios, por ejemplo el uso de memoria actual, etc.

El nodo de recepción puede elegir de esta manera aceptar la nueva conexión, o rechazarla si el nodo de unión es un cliente o una rama, pero el par no tiene suficientes recursos para aceptarla (por ejemplo demasiadas conexiones), o la configuración de superposición no permite clientes (es decir <clients-permitted> false </clients-permitted>). Una rama es un nodo par que ya es parte de la superposición.

En base a la determinación del paso S302, el nodo de admisión 301 devuelve un mensaje de respuesta 330 al dispositivo solicitante 302. Si el nodo de admisión 301 ha determinado que se puede admitir el cliente adicional 302, la respuesta de unión es un mensaje de aceptación y seguido por pasos de conexión adicionales, por ejemplo como se describe en la especificación RELOAD (ibid.). Si el nodo de admisión 301 ha determinado que el cliente

adicional 302 no se puede admitir, la respuesta de unión es un mensaje de rechazo. Ello puede hacer al cliente conectar como un par o iniciar una nueva agrupación de clientes o unirse a una agrupación existente, como se describe en la presente memoria.

Para este fin, el mensaje de respuesta de rechazo puede comprender un código de error que indica al nodo solicitante 302 que se rechaza la petición. Tal código de error “Error_Connection_Rejected” se puede definir como:

Error_Connection_Rejected: Un procedimiento de unión no se puede realizar debido a que el par no tiene suficientes recursos, o la configuración de superposición no permite clientes.

Este código de error está incluido en un mensaje de Respuesta de Unión cuando el par no tiene suficientes recursos para aceptar una nueva conexión desde un cliente o una conexión de rama. En algunas realizaciones, este error no se emplea para rechazar la conexión desde un par de unión en Chord. Aunque ambas ramas y pares de unión pueden enviar una Petición de Unión con un client_node = FALSO, se pueden distinguir por su ID de nodo. En Chord, los pares de unión tienen un ID de nodo entre el par de admisión y su sucesor. De otro modo el par de unión solamente quiere configurar una rama y se puede rechazar. Señalar que en Chord un par de unión sustituye la conexión a uno de los pares sucesores del par de admisión, y de esta manera se puede aceptar sin aumentar el número total de conexiones.

En cualquier caso, el mensaje de respuesta de unión no necesita incluir el campo client_node, sino que puede incluir el campo, por ejemplo fijar a un valor por defecto tal como FALSO, a fin de usar la misma estructura de mensaje para ambos mensajes.

Las ramas rechazadas pueden buscar un nodo diferente en la misma sección de un anillo Chord, mientras que un cliente rechazado puede intentar unirse como un par y crear una nueva agrupación, como se describe en mayor detalle más adelante. En particular, el contexto de Chord, un nodo puede tener una conexión de rama con varios nodos alternativos. Dependiendo de a qué nodo conecta, el encaminamiento funcionará ligeramente de manera diferente dado que nodos diferentes gestionan diferentes partes de la superposición. Por lo tanto, dependiendo de a qué nodo conecta, se pueden encaminar un mensaje particular a través de un conjunto de nodos diferentes.

La figura 5 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de un proceso para admitir un nuevo nodo cliente mediante un par de admisión, por ejemplo el par de admisión 301 de la figura 3.

En el paso inicial S501, el nodo de admisión recibe una petición de unión desde un nuevo nodo solicitante, la petición de unión que comprende un campo client_node y un campo

send_update, como se describió anteriormente. En el paso S502, el nodo de admisión determina si el campo client_node está fijado a VERDADERO o FALSO. Si el campo client_node es FALSO, el proceso continua en el paso S503 realizando un proceso de unión para un nuevo par, por ejemplo como se describe en la especificación de RELOAD (ibid.). Si

5 el campo client_node está fijado a VERDADERO, el par de admisión pasa al paso S504 y determina si el nodo de admisión puede admitir un cliente adicional, por ejemplo como se describe en conexión con la figura 3 anterior. Si el par de admisión determina que no puede admitir clientes adicionales, el proceso pasa al paso S505 donde el par de admisión envía un mensaje de respuesta de unión al nodo solicitante incluyendo el código de error anterior

10 "Error_Connection_Rejected". De otro modo, si el par de admisión determina que puede admitir un cliente adicional, el proceso pasa al paso S506 donde el par de admisión envía un mensaje de respuesta de unión que inicia el proceso de unión, por ejemplo como se describe la especificación RELOAD (ibid.). En el paso S507, el proceso determina si el campo send_update en la petición de unión fue fijado a VERDADERO o FALSO. Si el

15 campo send_update se fija a VERDADERO, el proceso pasa al paso S508 donde el par de admisión envía mensajes de actualización periódicos al cliente recientemente admitido. De otro modo, si el campo send_update se fija a FALSO, el proceso pasa al paso S509 donde el par de admisión no envía ningún mensaje de actualización periódico al cliente recientemente admitido.

20 Por lo tanto, se introduce un mecanismo que permite a un cliente usar la marca send_update para señalar al par de admisión si desea recibir actualizaciones periódicas. A fin de impedir al par de admisión enviar actualizaciones periódicas de envío a clientes conectados intermitentemente, un cliente (client_node = VERDADERO) puede fijar esta marca a FALSO. En ese caso el par marca esa conexión como libre de actualización y se

25 abstiene de enviar ningún mensaje de actualización a través de ella. Por otra parte, los clientes que aún quieren recibir actualizaciones, incluyendo uno intermedio, pueden fijar su marca a VERDADERO (send_update = VERDADERO). Para nodos no clientes (client_node = FALSO) la marca send_update puede indicar al par de admisión que el par recientemente unido solicita un mensaje de actualización inmediato una vez que se acaba el procedimiento

30 de unión.

Los clientes que no reciben actualizaciones pueden comprobar aún periódicamente si el par actual al que están conectados es aún el mejor (por ejemplo el responsable para su ID de nodo). Esto se puede hacer por diferentes medios, por ejemplo enviando Peticiones de Encaminamiento a su par actual con send_update = VERDADERO, o enviando un mensaje

35 de Ping a su propio ID de nodo a fin de conocer qué par es el responsable.

La figura 6 muestra un diagrama de flujo de un proceso, realizado por un dispositivo de procesamiento, para conectar a una red de superposición como un nodo clientes, por ejemplo la red de superposición de la figura 1. Por ejemplo, el dispositivo de procesamiento puede ser un dispositivo alimentado por baterías tal como un sensor, u otro dispositivo de recursos restringidos que desea conectar a la red de superposición de una manera que conserve los recursos.

Para este fin, en el paso inicial S601, el dispositivo de procesamiento envía una petición de unión a su par de admisión, por ejemplo a través de un nodo de inicialización (por ejemplo el par inicial en la red de superposición). La petición de unión puede incluir un campo client_node fijado VERDADERO a fin de permitir al par de admisión determinar qué tipo de nodo está uniéndose comprobando su ID de nodo y el campo client_node. De esta manera, el par de admisión puede o bien aceptar o bien rechazar la petición de unión y enviar un mensaje de respuesta correspondiente. Por consiguiente, en el paso S602, el dispositivo de procesamiento recibe el mensaje de respuesta. Si el mensaje de respuesta indica una aceptación de la petición de unión, el proceso pasa al paso S603 realizando una unión como un cliente, por ejemplo como se describe en la especificación RELOAD (ibid.). Si el mensaje de respuesta indica un rechazo de la petición, por ejemplo por medio de un código de error Error_Connection_Rejected como se explicó anteriormente, el proceso pasa al paso S604, donde el dispositivo de procesamiento se une como un par y establece una nueva agrupación de nodos, como se describe en mayor detalle a continuación.

Generalmente, se apreciará que, según aumenta el número de clientes en la superposición, los pares de recursos restringidos (por ejemplo actuadores) comenzarán rechazándoles como clientes. Por lo tanto la única forma para que clientes rechazados conecten a la superposición es unirlos como pares completos. No obstante, dado que ser un par implica estar despierto todo el tiempo a fin de reenviar mensajes y almacenar recursos, descrito en la presente memoria está un mecanismo que permite a dispositivos de procesamiento alimentados por baterías o de otro modo de recursos restringidos agruparse juntos para construir una agrupación de dispositivos, donde en un punto dado en el tiempo solamente uno de ellos actúa como un par. Este miembro de la agrupación también se conoce como la cabecera de agrupación. Los otros miembros de la agrupación, a continuación también llamados nodos de agrupación, se unen a la cabecera de agrupación como clientes, y de esta manera pueden estar reposando la mayoría del tiempo, es decir solamente uno de ellos necesita estar despierto en cada punto en el tiempo distinto durante un traspaso de cabecera de agrupación o cuando un nuevo nodo se une a la agrupación.

La figura 7 ilustra esquemáticamente un ejemplo de una parte de una red de superposición que incluye una agrupación como se describe en la presente memoria. La red de superposición comprende los nodos de par 711 y 713, y una agrupación que comprende los nodos 701, 721, y 751. En el ejemplo de la figura 7, el nodo 701 actúa como cabecera de agrupación mientras que los nodos 721 y 751 son nodos de agrupación.

A fin de compartir la carga de estar despierto y actuar como un par, el papel de cabecera de agrupación se rota periódicamente entre todos los nodos que forman la agrupación. Por lo tanto, cuando el nodo que es la cabecera de agrupación finaliza su cambio, un nodo de agrupación debería despertarse y llegar a ser la nueva cabecera de agrupación. El periodo de tiempo que un nodo actúa como la cabecera de agrupación se conoce como el periodo de cabecera de agrupación; su longitud puede ser específica de la aplicación. Por ejemplo, en una aplicación que emplea teléfonos inteligentes o de otro modo sensores recargables (por ejemplo por medio de un panel solar), puede ser deseable seleccionar que el periodo de cabecera de agrupación sea más pequeño que la duración estimada de batería mientras que es una cabecera de agrupación. El periodo de cabecera de aplicación se puede configurar estadísticamente en los nodos o calculado dinámicamente (por ejemplo eligiendo el mínimo de todos los nodos de agrupación).

El proceso de transferir el papel de cabecera de agrupación de un miembro de la agrupación a otro miembro de la agrupación se llama traspaso de cabecera de agrupación; implica la nueva cabecera de agrupación que se une a la superposición como un par y la vieja cabecera de agrupación que la abandona. Aunque es posible usar procedimientos de unión y abandono RELOAD estándar para implementar el traspaso de cabecera de agrupación, esto aumentaría extremadamente la agitación y el tráfico de señalización de la superposición, debido a que requeriría que pares colindantes actualicen sus tablas de encaminamiento y copiar recursos a fin de hacer frente a los cambios en la topología de superposición.

En su lugar, en algunas realizaciones, la agrupación implementa un proceso de traspaso de cabecera de agrupación mejorado, donde la cabecera de agrupación mantiene el mismo ID de nodo independientemente de qué nodo de agrupación está siendo realmente el par de cabecera de agrupación. Por lo tanto, el proceso de traspaso de cabecera de agrupación propuesto reduce a la nueva cabecera de agrupación tomar el control de las conexiones a los nodos y ramas colindantes de la vieja cabecera de agrupación. De esta manera, el traspaso de cabecera de agrupación propuesto no genera ninguna agitación innecesaria en la superposición, debido a que se ve por pares fuera de la agrupación sólo como un par que

cambia su dirección IP, y de esta manera no necesitan actualizar sus tablas de encaminamiento o copiar ningún recurso.

A fin de facilitar un proceso de traspaso de cabecera de agrupación eficiente, los nodos cliente 701, 721, 751 cada uno tiene almacenados dentro de los mismos dos ID de nodo consecutivos, 761, 762; 771, 772; 781, 782, respectivamente. Se apreciará que, en general, los ID de nodos no necesitan ser consecutivos, pero ID de nodo consecutivos permiten implementaciones particularmente simples. Cada cliente puede tener almacenados dentro del mismo además dos claves criptográficas 763, 764; 773, 774; 783, 784, respectivamente asociadas con certificados digitales respectivos asociados con los ID de nodo respectivos; alternativamente la seguridad de la superposición se puede basar en una clave compartida, y de esta manera no son necesarias claves adicionales. Dependiendo del modelo de seguridad de superposición estos dos certificados pueden ser auto firmados, o asignados por el servidor de inscripción. En cualquier caso estas dos identidades tienen propósitos muy diferentes. Uno de los dos ID de nodo, por ejemplo el ID de nodo más alto se emplea para identificar el nodo en sí mismo, y de esta manera su clave asociada se mantiene estrictamente privada. Este ID de nodo también se conoce en la presente memoria como el ID de nodo privado. El otro de los dos ID de nodo se conocerá como el ID de nodo público; se emplea durante la creación de una nueva agrupación. El ID de nodo público del nodo que crea una nueva agrupación se usará como el ID de nodo de la cabecera de agrupación que identifica la agrupación dentro de la red de superposición. Por lo tanto, este ID de nodo también se conocerá como el ID de nodo de agrupación. Por lo tanto, esta identidad, que incluye su clave asociada, se comparte entre todos los nodos de la agrupación. La clave asociada con el ID de nodo público del nodo que crea una nueva agrupación también se conocerá como la clave de agrupación. Esta clave de agrupación se almacena en un recurso de valor único especial 742 con un ID de Tipo de Datos CLAVE DE AGRUPACIÓN recientemente definido, el cual no está compartido con ningún nodo fuera de la agrupación. Un segundo recurso de Diccionario 741 con el ID de Tipo de Datos TABLA DE AGRUPACIÓN se emplea para almacenar la información de agrupación de la siguiente manera: los ID de nodo de los nodos de agrupación se emplean como índice de las entradas respectivas, y cada entrada tiene tres valores asociados:

- El primer valor representa el siguiente instante cuando tal nodo llegaría a ser la cabecera de agrupación, codificado como un tiempo UNIX; esta entrada puede ser de 64 bits de longitud.

- El segundo valor es de 32 bits de longitud y especifica el período de cabecera de agrupación del nodo, medido en segundos. El valor 0xFFFF significa que el nodo podría ser la cabecera de agrupación permanentemente.
- El tercer valor es de 8 bits de longitud y especifica el número máximo de conexiones de ramas y clientes que el dispositivo es capaz de soportar. El valor 0xFF significa que el nodo soporta un número ilimitado de conexiones.

Se apreciarán que la información de agrupación anterior se puede almacenar de una manera diferente y poner accesible a los miembros de la agrupación, por ejemplo usando una estructura de datos diferente. La información de agrupación 741 puede por ejemplo estar almacenada en el nodo 701 que ha creado la agrupación y/o en uno o más de otros nodos de la agrupación.

A continuación, y con referencia continuada a la figura 7, se describirán ejemplos de los diferentes procedimientos realizados por los nodos habilitados con agrupación a fin de: crear una nueva agrupación, unirse a una agrupación, y realizar el traspaso de la cabecera de agrupación.

La figura 8 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de un proceso para crear una nueva agrupación. Para el propósito de la descripción de este ejemplo, se supone que un nodo sensor alimentado por baterías 701 con un ID de nodo público 761 (por ejemplo que tiene un valor 200) y un ID de nodo privado 762 (por ejemplo que tiene un valor 201) ha intentado conectar a una red de superposición basada en Chord como un cliente que usa su ID de nodo privado, por ejemplo como se describió con referencia a la figura 6 anterior, pero fue rechazado por su par de admisión de recursos restringidos (por ejemplo el nodo 711 de la figura 7), el cual ya tiene demasiados clientes y/o ramas. Se apreciarán, no obstante, que el proceso descrito a continuación también se puede realizar por otros tipos de dispositivos de procesamiento, distintos de sensores y pares de recursos restringidos. Se apreciará además que los valores específicos de los ID de nodos sirven meramente como ejemplos ilustrativos.

Ya que el nodo sensor 701 no puede conectar como cliente puede conectar como un par pero, como soporta agrupación, crea una nueva agrupación, realizando los siguientes pasos que son un ejemplo de los pasos realizados por el paso S604 de la figura 6 anterior:

En el paso S801, el nodo sensor 701 se une a la red de superposición, por ejemplo mediante un proceso descrito en conexión con la figura 5 anterior, pero a fin de crear una nueva agrupación, el nodo sensor 701 emplea su ID de nodo público 761 y el certificado 763 correspondiente para autenticarse con todos sus vecinos (sucesores, predecesores y

ramas). El ID de nodo público 761 del nodo que creó la agrupación es por lo tanto el ID de nodo de agrupación.

En el paso S802, el nodo 701 crea entonces dos nuevos recursos: un recurso de Valor Único CLAVE DE AGRUPACIÓN 742 que almacena la clave privada asociada con el certificado de ID de nodo de agrupación 763, y un recurso de Diccionario TABLA DE AGRUPACIÓN 741. Inicialmente la TABLA DE AGRUPACIÓN contiene una entrada única, indexada con el ID de nodo privado 762 (que tiene el valor 201 en el presente ejemplo), que contiene la hora actual, por ejemplo codificada en tiempo UNIX (por ejemplo 09:00:00 UTC 1 de septiembre de 2012 = 1346482800), el período de cabecera de agrupación pre configurado del nodo (por ejemplo 2 horas = 7.200 segundos), y el número máximo de clientes soportados (por ejemplo ilimitado = 255). Ambos recursos se almacenan usando el ID de nodo de agrupación como su ID de Recurso. Se pueden almacenar en cualquier ubicación adecuada, por ejemplo por un nodo de la superposición, según las reglas aplicables de la superposición.

Lo siguiente es un ejemplo de los valores de estos recursos después de la creación de la nueva agrupación:

(200, CLAVE DE AGRUPACIÓN): 112233...

(200, TABLA DE AGRUPACIÓN):

ID de Nodo | Hora de la Siguiente CH | Periodo de CH | Máx. con.

ID de Nodo	Hora de la Siguiente CH	Periodo de CH	Máx. con.
201	09:00	2 horas	255

El recurso TABLA DE AGRUPACIÓN se puede replicar como cualquier otro recurso según los mecanismos de replicación de recursos de la red de superposición, por ejemplo en al menos tres nodos sucesores como se especifica por Chord. No obstante, la CLAVE DE AGRUPACIÓN se debería hacer accesible a nodos fuera de la agrupación de esta manera normalmente no se replica, y cualquier petición de Traer desde nodos fuera de la agrupación debería devolver una respuesta Error_Forbidden. Se puede almacenar por uno o más nodos de la agrupación.

En el paso S803, el dispositivo de procesamiento 701 opera como una cabecera de agrupación según la agrupación recientemente creada. Dado que la nueva agrupación solamente tiene un nodo, este nodo es la cabecera de agrupación; el nodo 701 está por lo tanto despierto y actúa como un par RELOAD completo hasta que otro nodo se une a la agrupación. Mientras que es la cabecera de la agrupación, un nodo no emplea su ID de nodo privado 762 (aquí que tiene un valor 201) para comunicar con otros pares de la superposición, sino el ID de nodo de agrupación (que tiene un valor 200 en este ejemplo) en su lugar.

La figura 9 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de un proceso para unirse a una nueva agrupación, permitiendo a un dispositivo de procesamiento unirse a una agrupación existente como un nuevo nodo.

En el paso inicial S901, un dispositivo de procesamiento 751 solicita conexión a la red de superposición como un cliente con la cabecera de agrupación 701 como un par de admisión. Para el propósito de la descripción de este ejemplo, se supone que el dispositivo de procesamiento es un nodo sensor con el ID de nodo público 781 (por ejemplo que tiene un valor 250) y el ID de nodo privado 782 (por ejemplo que tiene un valor 251), y que el nodo 751 intenta conectar en un cierto punto en el tiempo (por ejemplo a las 10:00) después de la creación de la agrupación por el nodo 701.

En el paso S902, después de que el segundo nodo 751 se ha unido al primer nodo 701 como un cliente (`client_node = VERDADERO`, `send_update = FALSO`), por ejemplo como se describió anteriormente, el nodo recientemente unido 751 comprueba si el par de admisión es una cabecera de agrupación o un par habitual (por ejemplo un actuador). Para hacerlo así, puede intentar traer desde el par de admisión los ID de Tipo TABLA DE AGRUPACIÓN asociados a su ID de nodo 701. Si el par de admisión no soporta agrupación, no devolvería ningún valor y el nodo de unión puede pasar al paso S903 y comportarse como un cliente RELOAD simple.

Si, como en el presente ejemplo, el par de admisión 701 es una cabecera de agrupación, el par de admisión devuelve la información de agrupación solicitada. Una vez que el nuevo nodo avisa que puede unirse a una agrupación, pasa al paso S904 y trae la CLAVE DE AGRUPACIÓN y la almacena localmente (ya tiene el certificado asociado debido a que es el que se empleó por la cabecera de agrupación que admitió el nodo en primer lugar).

En el paso S905, el nodo 751 se une la agrupación añadiendo su ID de nodo privado 782 a la TABLA DE AGRUPACIÓN 741 usando una operación "Almacenar. Señalar que los ID de

5 nodos públicos se emplean solamente para crear una nueva agrupación, y de esta manera el ID de nodo público 781 del nodo que se une a una agrupación existente no se usa. En su lugar los nodos de agrupación que se unen a una agrupación existente solamente emplean en su propio ID de nodo privado 782, a menos que llegue a ser la cabecera de la agrupación cuando usan el ID de nodo de agrupación 761. El nodo 751 además calcula la hora cuando tiene que llegar a ser la cabecera de agrupación. Para este fin, el nodo 751 puede buscar la hora más nueva en la tabla de agrupación (en el ejemplo anterior las 9:00), y entonces a añadir el período de cabecera de agrupación asociado (por ejemplo 9:00 + 2 horas = 11:00 cuando el período de cabecera de agrupación es 2 h).

- 10 La tabla de agrupación resultante 741 puede comprender de esta manera la siguiente información después de que el nodo 751 se ha unido a la agrupación:

(200, TABLA DE AGRUPACIÓN):

ID de Nodo | Hora de la Siguiente CH | Periodo de CH | Máx. con.

	-----+-----+-----+-----
15	201 09:00 2 horas 255
	251 11:00 1 hora 16

Si la hora de cabecera de agrupación calculada ya está en el pasado, el nodo 701 almacena la hora actual en la tabla de agrupación e inicia un proceso de traspaso de cabecera de agrupación inmediatamente, por ejemplo como se describe con referencia la figura 11 más adelante. De otro modo se puede comportar como un cliente normal, despertándose y reposando según desee hasta que llega la hora de la hora de cabecera de agrupación calculada.

La figura 10 muestra un diagrama de flujo de mensaje que ilustra los mensajes intercambiados entre la cabecera de agrupación 701 y el nuevo nodo de agrupación 751 que se une a la agrupación en el ejemplo anterior. Inicialmente, el nuevo nodo envía una petición de unión 1001 a la cabecera de agrupación la cual responde con una respuesta de unión 1002. Este proceso es seguido por un proceso de Establecimiento de Conectividad Interactivo (ICE) (1003). Posteriormente, el nuevo nodo 751 trae la información de agrupación mediante una petición de traer 1004 seguida por una respuesta de traer 1005 desde la cabecera de agrupación. El nuevo nodo entonces actualiza la tabla de agrupación y hace a la cabecera de agrupación almacenar la información actualizada por medio de una

petición de almacenamiento 1006. Después de la recepción de del reconocimiento correspondiente (1007), el cliente puede entrar en un modo de reposo hasta que es la hora de iniciar un traspaso de cabecera de agrupación 1008.

Un proceso de unión de agrupación correspondiente se repite por todos los nuevos nodos
 5 habilitados con agrupación, a menos que se alcance el límite de conexión más pequeño de todos los nodos de agrupación (por ejemplo 16 en el ejemplo anterior). Por ejemplo un poco más tarde (por ejemplo a las 10:30) un tercer nodo 721 (por ejemplo que tiene un ID de nodo privado de valor 221) se une a la agrupación provocando de esta manera la estructura mostrada en la figura 7. De nuevo, el nuevo nodo 721 trae la CLAVE DE AGRUPACIÓN y la
 10 TABLA DE AGRUPACIÓN para calcular su hora de cabecera de agrupación (por ejemplo $11:00 + 1 \text{ hora} = 12:00$), provocando la tabla de agrupación actualizada:

(200, TABLA DE AGRUPACIÓN):

ID de Nodo Hora de la Siguiente CH Periodo de CH Máx. con.				
-----+-----+-----+-----				
201		09:00		2 horas 255
221		12:00		2 horas 32
251		11:00		1 hora 16

Vale la pena señalar que a cualquier hora dada es posible saber qué nodo es la cabecera de agrupación actual, distinto de buscar el ID de nodo de agrupación, debido a que el nodo de cabecera de agrupación debería tener la hora más antigua en TABLA DE AGRUPACIÓN y ser la única en el pasado.

La figura 11 muestra el flujo de mensaje entre la cabecera de agrupación actual (vieja) 701 y la siguiente cabecera de agrupación (nueva) 751. Cuando se acaba el periodo de cabecera de agrupación de la cabecera de agrupación actual 701, otro nodo de agrupación despierta y toma de control del papel de cabecera de agrupación. Para hacerlo así, la nueva cabecera de agrupación inicia un proceso de traspaso de cabecera de agrupación, uniéndose a la red de superposición como un par, y sustituyendo la vieja cabecera de agrupación. Esto implica obtener la tabla de encaminamiento y todos los recursos de la cabecera de agrupación vieja,
 25 así como conectar a todos los vecinos de la vieja cabecera de agrupación en la red de superposición (predecesores, sucesores y ramas en Chord). No obstante, cuando la nueva
 30

cabecera de agrupación emplea el mismo ID de nodo que la vieja cabecera de agrupación, esta sustitución de par es casi transparente, en el sentido de que no necesita generar ningún cambio en la topología de superposición. El traspaso de cabecera de agrupación no requiere ningún nuevo mensaje pero puede reutilizar mensajes RELOAD estándar. En particular, una realización del traspaso de cabecera de agrupación es similar a la operación de Unión de RELOAD, aunque a fin de diferenciarla fácilmente de un nuevo par que intenta unirse a la superposición, la nueva cabecera de agrupación usa el ID de nodo de agrupación en lugar de su ID de nodo privado.

A continuación, se ilustrará un ejemplo del proceso de traspaso de cabecera de agrupación con referencia al ejemplo previo descrito con referencia la figura 7 hasta 11, es decir suponiendo que el período de cabecera de agrupación del nodo de cabecera de agrupación inicial 701 ha llegado (es decir a las 11:00 en el presente ejemplo), y el segundo nodo 751 se despierta para comenzar el proceso de traspaso de cabecera de agrupación:

Para este fin, el nodo 751, el cual va a llegar a ser la siguiente cabecera de agrupación, primero se une a la cabecera de agrupación actual, reutilizando una conexión de cliente previa o creando una nueva a través de un nodo de inicialización adecuado (por ejemplo un nodo colindante con una dirección IP pública accesible). El nuevo nodo de cabecera de agrupación 751 envía de esta manera una petición de unión 1101 a la vieja cabecera de agrupación 701. El mensaje de petición de unión 1101 incluye las marcas `client_node =` FALSO y `send_update = VERDADERO`, y usa el ID de nodo de agrupación (en este ejemplo que tiene el valor 200) como su identidad de remitente, en lugar del ID de nodo privado 751 de la nueva cabecera de agrupación que se usó previamente para conectar a la cabecera de agrupación como un cliente. La vieja cabecera de agrupación responde con un mensaje de respuesta de petición correspondiente 1102 seguido por un proceso ICE en 1103.

La marca de unión `send_update = VERDADERO` desencadena a la vieja cabecera de agrupación para enviar su tabla de encaminamiento entera en un mensaje de actualización 1104 inmediatamente después de que se acaba el proceso de unión.

Hasta que se termina el proceso de traspaso de cabecera de agrupación, la nueva cabecera de agrupación puede emplear la conexión establecida de esta manera con la vieja cabecera de agrupación para enviar mensajes RELOAD a la superposición.

Entonces, el nuevo nodo de cabecera de agrupación 701 comienza la unión a cada uno de los pares de rama y vecinos en la tabla de encaminamiento de la cabecera de agrupación actual, a fin de sustituirlos. Para este fin, el nuevo nodo de cabecera de agrupación 701

intercambia un mensaje de petición de unión 1105 y una respuesta de petición 1106, seguida por un ICE 1107 con cada uno de los vecinos. Señalar que la nueva cabecera de agrupación también está empleando el mismo ID de nodo de agrupación (incluyendo la clave de agrupación correspondiente) para conectar a los pares. Por lo tanto los pares no consideran que estas conexiones vengan desde un nuevo nodo, sino desde la vieja cabecera de agrupación.

En algunas realizaciones, dos nodos pueden tener múltiples conexiones simultáneamente, soportando de esta manera movilidad de par (es decir un par que cambia la dirección IP) mientras, en otras realizaciones, puede tener solamente una. En cualquier caso, el proceso de unión de la nueva cabecera de agrupación o bien sustituye la conexión previa, o bien se mantendrán las dos conexiones hasta que la vieja cabecera de agrupación se cierre por sí sola.

Una vez que la nueva cabecera de agrupación ha conectado a todos los pares en la tabla encaminamiento, envía un mensaje de Unir 1108 a la vieja cabecera de agrupación (usando de nuevo el ID de nodo de agrupación como su propio ID de nodo) para iniciar la copia de recursos en el nodo de unión. Señalar que en Chord, dado que el nuevo nodo está usando el ID de nodo de agrupación, el cual por definición es el ID de nodo más bajo de la agrupación, todos los recursos de la vieja cabecera de agrupación se deberían copiar en la nueva cabecera de agrupación.

Cuando se recibe la operación Unir, la vieja cabecera de agrupación responde con un mensaje de respuesta de unir 1109 y cierra todas las conexiones con sus vecinos previos. La vieja cabecera de agrupación además comienza copiando todos sus recursos en la nueva cabecera de agrupación por medio de una o más operaciones de Almacenar 1110, incluyendo la TABLA DE AGRUPACIÓN. No obstante, antes de enviar la tabla, la vieja cabecera de agrupación actualiza su propia entrada en la tabla, calculando su siguiente hora de cabecera de agrupación como se describió previamente. En el presente ejemplo, la tabla de agrupación actualizada de esta manera puede comprender de esta manera la siguiente información:

(200, TABLA DE AGRUPACIÓN):

ID de Nodo | Hora de la Siguiente CH | Periodo de CH | Máx. con.

-----+-----+-----+-----

201		14:00		2 horas		255
221		12:00		2 horas		32
251		11:00		1 hora		16

En este punto la nueva cabecera de agrupación tiene sustituida completamente la vieja cabecera de agrupación y el proceso de traspaso de cabecera de agrupación está completado. De esta manera la vieja cabecera de agrupación puede enviar una Petición de Abandonar 1111 a la nueva cabecera de agrupación y, tras la recepción de una respuesta de Abandonar correspondiente 1112, va a reposar hasta que llegue la hora de cabecera de agrupación calculada. Mientras tanto puede comportarse como un cliente RELOAD como cualquier otro nodo de la agrupación.

En lo anterior, se han descrito realizaciones de un método, un sistema y aparato para una conexión eficiente de un dispositivo de comunicaciones inalámbrico a una red de comunicaciones inalámbricas.

Las realizaciones del método, un sistema y aparato descritas en la presente memoria permiten a nodos alimentados por baterías (por ejemplo sensores) o de otro modo de recursos restringidos (por ejemplo actuadores) conectar a una red de superposición P2P de una forma eficiente en recursos y eficiente energéticamente, sin la necesidad de intermediarios o pasarelas, permitiendo clientes en reposo y agrupando dispositivos alimentados por baterías juntos en agrupaciones para compartir la carga de ser un par de la superposición.

Algunas realizaciones del método, sistema y aparato descritas en la presente memoria además mejoran la especificación de cliente actual para RELOAD: ellas permiten una limitación explícita del número de clientes y ramas por par en la superposición. Ellas permiten a un nodo cliente no recibir actualizaciones continuas innecesarias desde la superposición. Permiten a un par saber si la petición de unión entrante viene desde un cliente o par. Realizaciones del mecanismo descrito en la presente memoria introducen solamente mínimos cambios a RELOAD a fin de permitir toda la funcionalidad de cliente restringida y de agrupación propuesta.

Aunque algunas realizaciones se han descrito y mostrado en detalle, los aspectos descritos en la presente memoria no están restringidos a ellas, sino que también se pueden incorporar de otras formas dentro del alcance del objeto de la materia definida en las siguientes reivindicaciones. En particular, se tiene que entender que se pueden utilizar otras realizaciones y se pueden hacer modificaciones estructurales y funcionales. En particular,

han sido descritas principalmente realizaciones de los aspectos descritos en la presente memoria con referencia a las redes que usan los protocolos Chord y RELOAD. Se entenderá, no obstante, que también se pueden aplicar realizaciones de los métodos, dispositivos sistemas a otros tipos de redes de superposición P2P, tales como redes de
5 superposición que usan una tabla de cálculo de claves distribuida. El mecanismo es casi transparente a otros pares en la superposición, y no es necesaria ninguna modificación a sus procedimientos normales de pares legados.

A continuación se describirán algunas de las realizaciones de la invención.

Hay proporcionado un método para un dispositivo de procesamiento en un sistema de una
10 pluralidad de dispositivos de procesamiento 201 conectados de manera comunicativa a través de una red de superposición entre pares 101, 102, 104; en donde cualquier dispositivo de procesamiento 201 está configurado para conectar a la red de superposición entre pares como un nodo par 301 o como un nodo cliente 302, es decir, que es un nodo par
o un nodo cliente; en donde un nodo cliente es conectable a la red de superposición entre
15 pares a través de un nodo par. El método comprende los pasos del dispositivo de procesamiento 201

- enviar una petición de corrección 320 a un nodo par 301, la petición de conexión 320 que comprende una indicación 421 de que dicho dispositivo de procesamiento quiere unirse como un nodo cliente 302.

20 El dispositivo de procesamiento 201 puede además

- enviar al nodo par 301, un mensaje, por ejemplo comprendido en la petición de conexión 320, el mensaje que es indicativo 422 de una petición 320; 422 de no recibir ningún mensaje de actualización recurrente.

Hay además proporcionado un método para un dispositivo de procesamiento en un sistema
25 de una pluralidad de dispositivos de procesamiento 201 conectados de manera comunicativa a través de una red de superposición entre pares 101, 102.104; en donde cualquier dispositivo de procesamiento 201 está configurado para conectar a la red de superposición entre pares como un nodo par 301 o como un nodo cliente 302, es decir, que es un nodo par o un nodo cliente; en donde un nodo cliente es conectable a la red de
30 superposición entre pares a través de un nodo par.

El método comprende para el dispositivo de procesamiento que es un nodo par 301

- cuando se recibe una petición de conexión 320 que comprende una indicación 421 de que otro dispositivo de procesamiento quiere unirse como un nodo cliente 302.

- determinar, si el dispositivo de procesamiento puede admitir S504 conexiones adicionales de nodos cliente, y - en respuesta a la petición de conexión, devolver un mensaje de rechazo 330, S505 a dicho otro dispositivo de procesamiento, si el dispositivo de procesamiento que recibe la petición de conexión no puede admitir conexiones adicionales de nodos cliente.

El método además puede comprender - recibir, desde dicho otro dispositivo de procesamiento 302 desde el cual fue recibida S501 una petición de conexión 320, un mensaje 320, por ejemplo comprendido en la petición de conexión, el mensaje que es indicativo 422 de una petición de no recibir ningún mensaje de actualización recurrente; y - en respuesta al mensaje recibido 320, omitir S509 enviar mensajes de actualización recurrentes a dicho otro dispositivo de procesamiento desde el cual se han recibido se ha recibido el mensaje.

Según una realización, - si no se recibe un mensaje que es indicativo 422 de una petición de no recibir ningún mensaje de actualización recurrente, el dispositivo de procesamiento está - enviando mensajes de actualización recurrentes S508 a dicho otro dispositivo de procesamiento.

Algo o todo del dispositivo o dispositivos de procesamiento puede estar alimentado por baterías.

La red de comunicaciones entre pares puede usar el Protocolo de Localización y Descubrimiento de Recursos, RELOAD. La petición de conexión 320 puede ser una petición de unión y la respuesta 330 a la petición de unión puede ser una respuesta de unión.

El dispositivo de procesamiento 201, se puede adaptar para enviar una petición de conexión 320 que comprende una indicación 421 de que el dispositivo de procesamiento quiere unirse como un nodo cliente 302, no tiene responsabilidades de encaminamiento y almacenamiento con respecto a la red de superposición entre pares.

El mensaje de rechazo puede indicar que un procedimiento de unión no se puede realizar debido a que el dispositivo de procesamiento que es un nodo par no tiene suficientes recursos, o la red de superposición entre pares no permite clientes adicionales.

En una realización el dispositivo de procesamiento está configurado para formar uno de los nodos 701 de una agrupación y es operable para realizar un papel de cabecera de

agrupación que conecta la agrupación a la red de superposición entre pares, el dispositivo de procesamiento que actúa por ello como un par, mientras que otros nodos de agrupación, se unen a la cabecera de agrupación como clientes, y en donde el dispositivo de procesamiento, según el papel de cabecera de agrupación, está configurado para transferir el papel de cabecera de agrupación a otro nodo 721, 751 de la agrupación, de manera que el papel de cabecera de agrupación se traspasa desde un nodo a otro entre los nodos en la agrupación.

En una realización adicional, los nodos cliente no tienen responsabilidades de encaminamiento o almacenamiento. El nodo de agrupación que tiene el papel de cabecera de agrupación que actúa como un par permite a los otros nodos de agrupación, los cuales están unidos a la cabecera de agrupación como clientes, reposar, es decir, estar en un estado de conservación de energía.

Cada uno de los nodos de agrupación puede estar asociado con una identidad de nodo privada 261; 761; 771; 781 y una identidad de nodo pública 262; 762; 772; 782; la identidad de nodo pública que se emplea durante la creación de una nueva agrupación, en la que la agrupación solamente tiene un nodo, este nodo que es la cabecera de la agrupación 803; dicha identidad de nodo pública 761 de la cabecera de agrupación que identifica posteriormente la agrupación dentro de la red de superposición, es decir, dicha identidad de nodo pública que llega a ser la identidad de nodo de agrupación.

Cuando un nodo se une S801 a la red de superposición para creación de una nueva agrupación, hay creada una tabla de agrupación S802 que contiene una entrada, indexada con la identidad de nodo privada 762; 201 del nodo de unión, una hora de siguiente cabecera de agrupación; y un período de cabecera de agrupación pre configurado para dicho nodo.

Cuando un nodo posterior se une 751 a la agrupación S905, la tabla de agrupación se actualiza 1005, 1006 con una entrada adicional, indexada con la identidad de nodo privada 722, 221 del nodo posterior, una hora de siguiente cabecera de agrupación para el nodo posterior y un período de cabecera de agrupación pre configurado para dicho nodo posterior, en donde el nodo posterior puede actuar como un cliente y entrar en un modo de reposo hasta que es la hora de iniciar un traspaso de cabecera de agrupación 1008.

Cuando se acaba el periodo de cabecera de agrupación de la cabecera de agrupación actual 701, se inicia un proceso de traspaso de cabecera de agrupación 1008, en el cual un siguiente nodo de agrupación según una entrada adicional en la tabla de agrupación está

uniéndose a la red de superposición como una cabecera de agrupación de par, y está sustituyendo la cabecera de agrupación previa de la tabla de agrupación y está tomando control del papel de cabecera de agrupación.

5 Este proceso de traspaso implica al siguiente nodo de agrupación obtener una tabla de encaminamiento a partir de la cabecera de agrupación, así como conectar a todos los nodos vecinos de la cabecera de agrupación previa en la red de superposición, en donde la siguiente cabecera de agrupación emplea la misma identidad de nodo que la vieja cabecera de agrupación.

10 Como se expresó anteriormente, la red de comunicaciones entre pares puede estar usando el Protocolo de Localización y Descubrimiento de Recursos, RELOAD, en donde se usan mensajes de petición de unión 320 y de respuesta de unión 330.

15 En una realización, el siguiente nodo de cabecera de agrupación 751 envía una petición de unión 1101 al nodo de cabecera de agrupación previo 701 para iniciar un traspaso de agrupación, en donde el mensaje de petición de unión 1101 comprende una indicación 421 de que el siguiente nodo de agrupación es un cliente y una indicación 422 de una petición para recibir cualquier mensaje de actualización recurrente; y la siguiente cabecera de agrupación que usa la identidad de nodo de agrupación 200 como su identidad de remitente, el lugar de la identidad de nodo privada 751 de la siguiente cabecera de agrupación.

20 Hay además proporcionado según una realización de la invención, un dispositivo de procesamiento en un sistema de una pluralidad de dispositivos de procesamiento 201 conectados de manera comunicativa a través de una red de superposición entre pares 101, 102, 104; en donde cualquier dispositivo de procesamiento 201 está configurado para conectar a la red de superposición entre pares como un nodo par 301 o como un nodo cliente 302, es decir, que es un nodo par o un nodo cliente; en donde un nodo cliente es
25 conectable a la red de superposición entre pares a través de un nodo par; el dispositivo de procesamiento que comprende un circuito de procesamiento 216; circuitería de interfaz de red 214 conectada al circuito de procesamiento y una memoria 217, dicha memoria que contiene instrucciones ejecutables por dicho procesador, por el cual el dispositivo de procesamiento está siendo operable para

30 - enviar una petición de conexión 320 a un nodo par 301, la petición de conexión 320 que comprende una indicación 421 de que dicho dispositivo de procesamiento quiere unirse como un nodo cliente 302.

El dispositivo de procesamiento 201 además puede ser operable para

- enviar al nodo par 301, un mensaje, por ejemplo comprendido en la petición de conexión 320, el mensaje que es indicativo 422 de una petición 320; 422 de no recibir ningún mensaje de actualización recurrente.

5 Hay además descrito y mostrado un dispositivo de procesamiento en un sistema de una pluralidad de dispositivos de procesamiento 201 conectados de manera comunicativa a través de una red de superposición entre pares 101, 102, 104; en donde cualquier dispositivo de procesamiento 201 está configurado para conectar a la red de superposición entre pares como un nodo par 301 o como un nodo cliente 302, es decir, que es un nodo par o un nodo cliente; en donde un nodo cliente es conectable a la red de superposición entre
10 pares a través de un nodo par; el dispositivo de procesamiento que comprende un circuito de procesamiento 216; circuitería de interfaz de red 214 conectada al circuito de procesamiento y una memoria 217, dicha memoria que contiene instrucciones ejecutables por dicho procesador, por el cual el dispositivo de procesamiento que es operable para, cuando se es un nodo par 301,

15 - cuando se recibe una petición de conexión 320 que comprende una indicación 421 de que otro dispositivo de procesamiento quiere unirse como un nodo cliente 302.

- determinar, si el dispositivo de procesamiento puede admitir S504 conexiones adicionales de nodos cliente; y

20 - en respuesta a la petición de conexión, devolver un mensaje de rechazo 330, S505 a dicho otro dispositivo de procesamiento, si el dispositivo de procesamiento que recibe la petición de conexión no puede admitir conexiones adicionales de nodos cliente;

El dispositivo de procesamiento puede ser operable además para

25 - recibir, desde dicho otro dispositivo de procesamiento 302 desde el cual fue recibida S501 una petición de conexión 320, un mensaje 320, por ejemplo comprendido en la petición de conexión, el mensaje que es indicativo 422 de una petición de no recibir ningún mensaje de actualización recurrente; y

- en respuesta al mensaje recibido 320, omitir S509 enviar mensajes de actualización recurrente a dicho otro dispositivo de procesamiento desde el cual ha se ha recibido el mensaje.

30 Por ejemplo, el mensaje de rechazo indica que no se puede realizar un procedimiento de unión debido a que el dispositivo de procesamiento que es un nodo par no tiene suficientes recursos, o la red de superposición entre pares no permite clientes adicionales.

Un dispositivo de procesamiento en un sistema de una pluralidad dispositivos de procesamiento 201 conectados de manera comunicativa a través de una red de superposición entre pares 101, 102, 104; se describe además, en donde cualquier dispositivo de procesamiento 201 está configurado para conectar a la red de superposición entre pares como un nodo par 301 o como un nodo cliente 302, es decir, que es un nodo par o un nodo cliente; en donde un nodo cliente es conectable a la red de superposición entre pares a través de un nodo par. El dispositivo de procesamiento que comprende un circuito de procesamiento 216; circuitería de interfaz de red 214 conectada al circuito de procesamiento y una memoria 217, dicha memoria que contiene instrucciones ejecutables por dicho procesador,

el dispositivo de procesamiento que es operable para formar uno de los nodos 701 de una agrupación y que es operable para realizar un papel de cabecera de agrupación que conecta la agrupación a la red de superposición entre pares, el dispositivo de procesamiento que actúa por ello como un par, mientras que otros nodos de la agrupación, se unen a la cabecera de agrupación como clientes, y en donde el dispositivo de procesamiento, según el papel de cabecera de agrupación, está configurado para transferir el papel de cabecera de agrupación a otro nodo 721, 751 de la agrupación, de manera que el papel de cabecera de agrupación se traspasa desde un nodo a otro entre los nodos en la agrupación.

Por ejemplo, los nodos cliente no tienen responsabilidades de encaminamiento o almacenamiento, y en donde el nodo de agrupación que tiene el papel de cabecera de agrupación que actúa como un par, permite a los otros nodos de agrupación, los cuales están unidos a la cabecera de agrupación como clientes, reposar, es decir estar en un estado de conservación de energía.

Cada uno de los nodos de agrupación puede estar asociado con una identidad de nodo privada 261; 761; 771; 781 y una identidad de nodo pública 262; 762; 772; 782; la identidad de nodo pública que se emplea durante la creación de una nueva agrupación, en la que la agrupación solamente tiene un nodo, este nodo que es la cabecera de agrupación 803; dicha identidad de nodo pública 761 de la cabecera de agrupación que identifica posteriormente la agrupación dentro de la red de superposición, es decir, dicha identidad de nodo pública que está llegando a ser la identidad de nodo de agrupación.

La figura 12 muestra un dispositivo de procesamiento que comprende un módulo de envío.

Como se muestra la figura 12, se proporciona un dispositivo de procesamiento en un sistema de una pluralidad de dispositivos de procesamiento 201 conectados de manera comunicativa a través de una red de superposición entre pares 101, 102, 104; en donde cualquier dispositivo de procesamiento 201 está configurado para conectar a la red de superposición entre pares como un nodo par 301 o como un nodo cliente 302, es decir, que es un nodo par o un nodo cliente; en donde un nodo cliente es conectable a la red de superposición entre pares a través de un nodo par; por lo cual el dispositivo de procesamiento que comprende: -un módulo de envío SM para enviar una petición de conexión 320 a un nodo par 301, la petición de conexión 320 que comprende una indicación 421 de que dicho dispositivo de procesamiento quiere unirse como un nodo cliente 302.

La figura 13 muestra un dispositivo de procesamiento que comprende un módulo par; un módulo de petición de conexión; un módulo de determinación y un módulo de rechazo.

Más específicamente hay descrito un dispositivo de procesamiento en un sistema de una pluralidad de dispositivo de procesamiento 201 conectados de manera comunicativa a través de una red de superposición entre pares 101, 102, 104; en donde cualquier dispositivo de procesamiento 201 está configurado para conectar a la red de superposición entre pares como un nodo par 301 o como un nodo cliente 302, es decir, que es un nodo par o un nodo cliente; en donde un nodo cliente es conectable a la red de superposición entre pares a través de un nodo par, que comprende: -un módulo de par PM para operar como un nodo par 301, -un módulo de recepción de petición de conexión CRM para recibir una petición de conexión 320 que comprende una indicación 421 de que otro dispositivo de procesamiento quiere unirse como un nodo cliente 302; -un módulo de determinación DM para determinar, si el dispositivo de procesamiento puede admitir S504 conexiones adicionales de nodos cliente; y -un módulo de rechazo RM que es sensible a la petición de conexión, para devolver un mensaje de rechazo 330, S505 ha dicho otro dispositivo de procesamiento, si el dispositivo de procesamiento que recibe la petición de conexión no puede admitir conexiones adicionales de nodos cliente.

La figura 14 muestra un dispositivo de procesamiento que comprende un módulo de formación de agrupación y un módulo de transferencia de cabecera de agrupación.

Más específicamente hay mostrado un dispositivo de procesamiento en un sistema de una pluralidad de dispositivos de procesamiento 201 conectados de manera comunicativa a través de una red de superposición entre pares 101, 102, 104; en donde cualquier dispositivo de procesamiento 201 está configurado para conectar a la red de superposición entre pares como un nodo par 301 o como un nodo cliente 302, es decir, que es un nodo par

o un nodo cliente; en donde un nodo cliente es conectable a la red de superposición entre pares a través de un nodo par; el dispositivo de procesamiento que comprende:

5 - un módulo de formación de agrupación CFM para formar uno de los nodos 701 de un agrupación y que es operable para realizar un papel de cabecera de agrupación que conecta la agrupación a la red de superposición entre pares, permitiendo al dispositivo de procesamiento actuar como un par, mientras que otros nodos de agrupación, están unidos a la cabecera de agrupación como clientes, y

10 - un módulo de transferencia de cabecera de agrupación CHTM para efectuar que el dispositivo de procesamiento, según un papel de cabecera de agrupación, está transfiriendo el papel de cabecera de agrupación a otro nodo 721, 751 de la agrupación, de manera que el papel de cabecera de agrupación se traspasa de un nodo a otro entre los nodos en la agrupación.

15 Las realizaciones de la invención se pueden implementar por medio de un producto de programa de ordenador que comprende un código de programa de ordenador 219 según cualquiera de los pasos de los métodos explicados anteriormente.

Los métodos explicados anteriormente se pueden constituir adicionalmente mediante un Programa para un ordenador o procesador que comprende un código de programa de ordenador 219.

20 En las reivindicaciones del dispositivo que enumeran diversos medios, se pueden incorporar diversos de estos medios mediante uno y el mismo elemento de hardware. El mero hecho de que ciertas medidas se reciten en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes o describan en diferentes realizaciones no indica que una combinación de estas medidas no se pueda usar como ventaja.

25 Se debería enfatizar que el término “comprende/que comprende” cuando se usa en esta especificación se toma para especificar la presencia de rasgos, enteros, pasos o componentes expuestos pero no excluye la presencia o adición de uno o más de otros rasgos, enteros, pasos, componentes o grupos de los mismos.

REIVINDICACIONES

1. Un método para mecanismos de conexión de redes entre pares energéticamente eficientes conectados de manera comunicativa a través de una red de superposición entre pares (101, 102, 104); en donde al menos un dispositivo de procesamiento (201) está configurado para conectarse a la red de superposición entre pares energéticamente eficientes como un nodo par (301) o como un nodo cliente (302), siendo un nodo cliente conectable a la red de superposición entre pares energéticamente eficientes a través de un nodo par (301);
5 el método que comprende
 - 10 - transmisión de una petición de conexión (320) desde el dispositivo de procesamiento (201) a un nodo par (301), comprendiendo la petición de conexión (320) una indicación (421) de que dicho dispositivo de procesamiento (201) quiere conectarse como un nodo cliente (302).
 2. Método según la reivindicación 1, donde el método comprende además
 - 15 - transmisión desde el dispositivo de procesamiento (201) actuando como nodo par (301), de un mensaje, comprendido en la petición de conexión (320), indicativo (422) de una petición (320; 422) de evitar recibir un mensaje de actualización recurrente.
 3. Método según la reivindicación 2, donde el método comprende además
 - 20 - recepción en el dispositivo de procesamiento (201) actuando como nodo par (301), de una petición de conexión (320), comprendiendo una indicación (421) de que otro dispositivo de procesamiento (201) quiere unirse como un nodo cliente (302);
 - determinación, si el dispositivo de procesamiento (201) actuando como nodo par (301), puede admitir (S504) conexiones adicionales de nodos cliente (302); y
 - 25 - en respuesta a la petición de conexión (320), devolver un mensaje de rechazo (330, S505) a dicho otro dispositivo de procesamiento (201), si el dispositivo de procesamiento (201) actuando como nodo par (301) que recibe la petición de conexión (320) no puede admitir conexiones adicionales de nodos cliente (302).
 4. Método según la reivindicación 3, que comprende además
 - 30 - recibir, desde dicho dispositivo de procesamiento (302) desde el cual fue recibida

(S501) una petición de conexión (320), el mensaje, comprendido en la petición de conexión (320), indicativo (422) de una petición de evitar recibir mensajes de actualización recurrente; y

- 5 - en respuesta al mensaje recibido (320), omitir (S509) enviar mensajes de actualización recurrentes a dicho otro dispositivo de procesamiento (201) desde el cual se ha enviado el mensaje.

5. Método según la reivindicación 4, que además comprende

- si no se ha recibido el mensaje indicativo (422) de una petición de evitar recibir mensajes de actualización recurrente,
- 10 - enviar mensajes de actualización recurrentes (S508) a dicho otro dispositivo de procesamiento

6. Método según cualquier reivindicación precedente, en donde la red de comunicaciones entre pares está usando el Protocolo de Localización y Descubrimiento de Recursos, RELOAD, y en donde la petición de conexión (320) es una petición de unión y la
15 respuesta (330) a la petición de unión es una respuesta de unión.

7. Método según cualquier reivindicación precedente en donde se transmite una petición de conexión (320) desde el dispositivo de procesamiento (201), que comprende una indicación (421) de que el dispositivo de procesamiento solicita unirse como un nodo cliente (302) y no tiene responsabilidades de encaminamiento o almacenamiento con respecto a la
20 red de superposición entre pares.

8. Método según la reivindicación 3 en donde el mensaje de rechazo indica que un procedimiento de unión no se puede realizar debido a que el dispositivo de procesamiento (201), que es un nodo par (301), no tiene suficientes recursos, o la red de superposición entre pares no permite clientes adicionales.

25 9. Método según la reivindicación 1,

donde el método que comprende

- formación uno de los nodos (701) de una agrupación y realizar un papel de cabecera de agrupación que conecta la agrupación a la red de superposición entre pares, el dispositivo de procesamiento (201) actuando como nodo par (301),
30 mientras que otros nodos de agrupación, están unidos a la cabecera de agrupación como nodos clientes (302), y en donde el dispositivo de procesamiento (201), según

el papel de cabecera de agrupación,

- transferir el papel de cabecera de agrupación a otro nodo (721, 751) de la agrupación, de manera que el papel de cabecera de agrupación se traspasa desde un nodo a otro nodo entre los nodos en la agrupación.

5 10. Método según la reivindicación 9, en donde los nodos cliente (302) no tienen responsabilidades de encaminamiento o almacenamiento, y en donde el nodo de agrupación que tiene el papel de cabecera de agrupación que actúa como un nodo par (301) permite a los otros nodos de agrupación, que están unidos a la cabecera de agrupación como clientes, reposar, estar en un estado de conservación de energía.

10 11. Método según la reivindicación 9 o 10, en donde cada uno de los nodos cliente (302) está asociado con una identidad de nodo privada (261; 761; 771; 781) y una identidad de nodo pública (262; 762; 772; 782); la identidad de nodo pública que se emplea durante la creación de una nueva agrupación, en la que la agrupación solamente tiene un nodo, este nodo que es la cabecera de agrupación (803); dicha identidad de nodo pública (761) de la
15 cabecera de agrupación que identifica posteriormente la agrupación dentro de la red de superposición, es decir, dicha identidad de nodo pública que llega a ser la identidad de nodo de agrupación.

12. Método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en donde cuando un nodo se une (S801) a la red de superposición para creación de una nueva agrupación, hay creada
20 una tabla de agrupación (S802) que contiene una entrada, indexada con la identidad de nodo privada (762; 201) del nodo de unión, una hora de siguiente cabecera de agrupación, punto en el tiempo cuando cada uno de los nodos de la agrupación se programa para tomar el control del papel de cabecera de agrupación; y un periodo de cabecera de agrupación pre configurado para dicho nodo.

25 13. Método según la reivindicación 12, en donde cuando un nodo posterior se une (751) a la agrupación (S905), la tabla de agrupación se actualiza (1005, 1006) con una entrada adicional, indexada con la identidad de nodo privada (722, 221) del nodo posterior, una hora de siguiente cabecera de agrupación para el nodo posterior y un período de cabecera de agrupación pre configurado para dicho nodo posterior, en donde el nodo
30 posterior puede actuar como un cliente y entrar en un modo de reposo hasta que es hora de iniciar un traspaso de cabecera de agrupación (1008).

14. Método según la reivindicación 13, en donde cuando se acaba el período de cabecera de agrupación de la cabecera de agrupación actual (701), se inicia un proceso de

traspaso de cabecera de agrupación (1008), en el cual un siguiente nodo de agrupación según una entrada adicional en la tabla de agrupación está uniéndose a la red de superposición como una cabecera de agrupación par, y está sustituyendo la cabecera de agrupación previa de la tabla de agrupación y está tomando el control del papel de cabecera de agrupación;

el proceso de traspaso que implica al siguiente nodo de agrupación obtener una tabla de encaminamiento a partir de la vieja cabecera de agrupación, así como conectar a todos los nodos vecinos de la cabecera de agrupación previa en la red de superposición, en donde la siguiente cabecera de agrupación emplea la misma identidad de nodo que la vieja cabecera de agrupación.

15. Método según cualquier reivindicación precedente 9 a 14, en donde la red de comunicaciones entre pares está usando el Protocolo de Localización y Descubrimiento de Recursos, RELOAD, y en donde se usa una petición de unión (320) y una respuesta de unión (330).

16. Método según las reivindicaciones 14 y 15, en donde el siguiente nodo de cabecera de agrupación (751) envía una petición de unión (1101) al nodo de cabecera de agrupación previo (701) para iniciar un traspaso de agrupación, en donde el mensaje de petición de unión (1101) comprende una indicación (421) de que el siguiente nodo de agrupación es un cliente y una indicación (422) de una petición para recibir cualquier mensaje de actualización recurrente; la siguiente cabecera de agrupación que usa la identidad de nodo de agrupación (200) como su identidad de remitente, el lugar de la identidad de nodo privada (751) de la siguiente cabecera de agrupación.

17. Un dispositivo de mecanismos de conexión de redes entre pares energéticamente eficientes conectados de manera comunicativa a través de una red de superposición entre pares (101, 102, 104); en donde al menos un dispositivo de procesamiento (201) está configurado para conectarse a la red de superposición entre pares energéticamente eficientes como un nodo par (301) o como un nodo cliente (302), siendo un nodo cliente conectable a la red de superposición entre pares energéticamente eficientes a través de un nodo par (301);

el dispositivo de procesamiento (201) que comprende un circuito de procesamiento (216); circuitería de interfaz de red (214) conectada al circuito de procesamiento y una memoria (217), dicha memoria que contiene instrucciones ejecutables por dicho procesador, por el cual el dispositivo de procesamiento está siendo operable para

- enviar una petición de conexión (320) a un nodo par (301), la petición de conexión (320) que comprende una indicación (421) de que dicho dispositivo de procesamiento quiere unirse como un nodo cliente (302).

18. Dispositivo de procesamiento según la reivindicación 17, el dispositivo de
5 procesamiento (201) que además es operable para

- enviar al nodo par (301), un mensaje, por ejemplo comprendido en la petición de conexión (320), el mensaje que es indicativo (422) de una petición (320; 422) de no recibir ningún mensaje de actualización recurrente.

19. Dispositivo según la reivindicación 17; donde

10 el dispositivo de procesamiento cuando es un nodo par (301),

- recibe una petición de conexión (320) que comprende una indicación (421) de que otro dispositivo de procesamiento quiere unirse como un nodo cliente (302);
- determinar, si el dispositivo de procesamiento puede admitir (S504) conexiones adicionales de nodos cliente; y

15 - en respuesta a la petición de conexión, devolver un mensaje de rechazo (330, S505) a dicho otro dispositivo de procesamiento, si el dispositivo de procesamiento que recibe la petición de conexión no puede admitir conexiones adicionales de nodos cliente.

20. Dispositivo de procesamiento según la reivindicación 19, que es además operable
20 para

- recibir, desde dicho otro dispositivo de procesamiento (302) desde el cual fue recibida (S501) una petición de conexión (320), un mensaje (320), por ejemplo comprendido en la petición de conexión, el mensaje que es indicativo (422) de una petición de no recibir ningún mensaje de actualización recurrente; y

25 - en respuesta al mensaje recibido (320), omitir (S509) enviar mensajes de actualización recurrentes a dicho otro dispositivo de procesamiento desde el cual se ha recibido el mensaje.

21. Dispositivo de procesamiento según cualquier reivindicación precedente 17 a 20, en donde la pluralidad de dispositivos de procesamiento de la red de comunicaciones entre
30 pares está usando el Protocolo de Localización y Descubrimiento de Recursos, RELOAD, y en donde la petición de conexión (320) es una petición de unión y la respuesta (330) a la

petición de unión es una respuesta de unión.

22. Dispositivo de procesamiento según cualquier reivindicación precedente 17 a 21 en donde el dispositivo de procesamiento (201), que envía una petición de conexión (320) que comprende una indicación (421) de que el dispositivo de procesamiento que quiere unirse como un nodo cliente (302), no tiene responsabilidades de encaminamiento o almacenamiento con respecto a la red de superposición entre pares.

23. Dispositivo de procesamiento según la reivindicación 19, en donde el mensaje de rechazo indica que un procedimiento de unión no se puede realizar debido a que el dispositivo de procesamiento que es un nodo par no tiene suficientes recursos, o la red de superposición entre pares no permite clientes adicionales.

24. Dispositivo según la reivindicación 17

donde el dispositivo de procesamiento que es operable para

formar uno de los nodos (701) de una agrupación y que es operable para realizar un papel de cabecera de agrupación que conecta la agrupación a la red de superposición entre pares, el dispositivo de procesamiento que actúa por ello como un par, mientras que otros nodos de agrupación, se unen a la cabecera de agrupación como clientes, y en donde el dispositivo de procesamiento, según el papel de cabecera de agrupación, está configurado para transferir el papel de cabecera de agrupación a otro nodo (721, 751) de la agrupación, de manera que el papel de cabecera de agrupación se traspasa desde un nodo a otro entre los nodos en la agrupación.

25. Dispositivo de procesamiento según la reivindicación 24, en donde los nodos cliente no tienen responsabilidades de encaminamiento o almacenamiento, y en donde el nodo de agrupación que tiene el papel de cabecera de agrupación que actúa como un par, permite a los otros nodos de agrupación, que están unidos a la cabecera de agrupación como clientes, reposar, es decir, estar en un estado de conservación de energía.

26. Dispositivo de procesamiento según la reivindicación 24 o 25, en donde cada uno de los nodos cliente está asociado con una identidad de nodo privada (261; 761; 771; 781) y una identidad de nodo pública (262; 762; 772; 782); la identidad de nodo pública que se emplea durante la creación de una nueva agrupación, en la que la agrupación solamente tiene un nodo, este nodo que es la cabecera de agrupación (803); dicha identidad de nodo pública (761) de la cabecera de agrupación que identifica posteriormente la agrupación dentro de la red de superposición, es decir, dicha identidad de nodo pública que llega a ser la identidad de nodo de agrupación.

27. Dispositivo de procesamiento según cualquiera de las reivindicaciones 24 a 26, en donde cuando un nodo se une (S801) a la red de superposición para creación de una nueva agrupación, hay creada una tabla de agrupación (S802) que contiene una entrada, indexada con la identidad de nodo privada (762; 201) del nodo de unión, una hora de la siguiente cabecera de agrupación, punto en el tiempo cuando cada uno de los nodos de la agrupación se programa para tomar el control del papel de cabecera de agrupación; y un periodo de cabecera de agrupación pre configurado para dicho nodo.

28. Dispositivo de procesamiento según la reivindicación 27, en donde cuando un nodo posterior se une (751) a la agrupación (S905), la tabla de agrupación se actualiza (1005, 1006) con una entrada adicional, indexada con la identidad de nodo privada (722, 221) del nodo posterior, una hora de siguiente cabecera de agrupación para el nodo posterior y un período de cabecera de agrupación pre configurado para dicho nodo posterior, en donde el nodo posterior puede actuar como un cliente y entrar en un modo de reposo hasta que es hora de iniciar un traspaso de cabecera de agrupación (1008).

29. Dispositivo de procesamiento según la reivindicación 28, en donde cuando se acaba el período de cabecera de agrupación de la cabecera de agrupación actual (701), se inicia un proceso de traspaso de cabecera de agrupación (1008), en el cual un siguiente nodo de agrupación según una entrada adicional en la tabla de agrupación está uniéndose a la red de superposición como una cabecera de agrupación par, y está sustituyendo la cabecera de agrupación previa de la tabla de agrupación y está tomando el control del papel de cabecera de agrupación;

el proceso de traspaso que implica al siguiente nodo de agrupación obtener una tabla de encaminamiento a partir de la vieja cabecera de agrupación, así como conectar a todos los nodos vecinos de la cabecera de agrupación previa en la red de superposición, en donde la siguiente cabecera de agrupación emplea la misma identidad de nodo que la vieja cabecera de agrupación.

30. Dispositivo de procesamiento según cualquier reivindicación precedente 24 a 29, en donde la red de comunicaciones entre pares está usando el Protocolo de Localización y Descubrimiento de Recursos, RELOAD, y en donde se usa una petición de unión (320) y una respuesta de unión (330).

31. Dispositivo de procesamiento según las reivindicaciones 24y 25, en donde el siguiente nodo de cabecera de agrupación (751) envía una petición de unión (1101) al nodo de cabecera de agrupación previo (701) para iniciar un traspaso de agrupación, en donde el

mensaje de petición de unión (1101) comprende una indicación (421) de que el siguiente nodo de agrupación es un cliente y una indicación (422) de una petición para recibir cualquier mensaje de actualización recurrente; la siguiente cabecera de agrupación que usa la identidad de nodo de agrupación (200) como su identidad de remitente, el lugar de la identidad de nodo privada (751) de la siguiente cabecera de agrupación.

32. Dispositivo según la reivindicación 17;

en donde cualquier dispositivo de procesamiento (201) está configurado para conectar a la red de superposición entre pares como un nodo par (301) o como un nodo cliente (302), es decir, que es un nodo par o un nodo cliente; en donde un nodo cliente es conectable a la red de superposición entre pares a través de un nodo par;

por el cual el dispositivo de procesamiento que comprende:

- un módulo de envío (SM) para enviar una petición de conexión (320) a un nodo par (301), la petición de conexión (320) que comprende una indicación (421) de que dicho dispositivo de procesamiento quiere unirse como un nodo cliente (302).

33. Dispositivo según la reivindicación 17;

que comprende

- un módulo de par (PM) para operar como un nodo par (301),
- un módulo de recepción de petición de conexión (CRM) para recibir una petición de conexión (320) que comprende una indicación (421) de que otro dispositivo de procesamiento quiere unirse como un nodo cliente (302);
- un módulo de determinación (DM) para determinar, si el dispositivo de procesamiento puede admitir (S504) conexiones adicionales de nodos cliente; y
- un módulo de rechazo (RM) que es sensible a la petición de conexión, para devolver un mensaje de rechazo (330, S505) a dicho otro dispositivo de procesamiento, si el dispositivo de procesamiento que recibe la petición de conexión no puede admitir conexiones adicionales de nodos cliente.

34. Dispositivo según la reivindicación 17;

en donde cualquier dispositivo de procesamiento (201) está configurado para conectar a la red de superposición entre pares como un nodo par (301) o como un nodo cliente (302), es decir, que es un nodo par o un nodo cliente; en donde un nodo cliente es conectable a la red

de superposición entre pares a través de un nodo par;

el dispositivo de procesamiento que comprende:

- 5 - un módulo de formación de agrupación (CFM) para formar uno de los nodos (701) de una agrupación y que es operable para realizar un papel de cabecera de agrupación que conecta la agrupación a la red de superposición entre pares, permitiendo al dispositivo de procesamiento actuar como un par, mientras que otros nodos de agrupación, están unidos a la cabecera de agrupación como clientes, y
 - 10 - un módulo de transferencia de cabecera de agrupación (CHTM) para efectuar que el dispositivo de procesamiento, según el papel de cabecera de agrupación, está transfiriendo el papel de cabecera de agrupación a otro nodo (721, 751) de la agrupación, de manera que el papel de cabecera de agrupación se traspasa desde un nodo a otro entre los nodos en la agrupación.
35. Un producto de programa de ordenador que comprende un código de programa de ordenador (219) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17.
- 15 36. Un programa para un ordenador o procesador que comprende un código de programa de ordenador (219) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17.

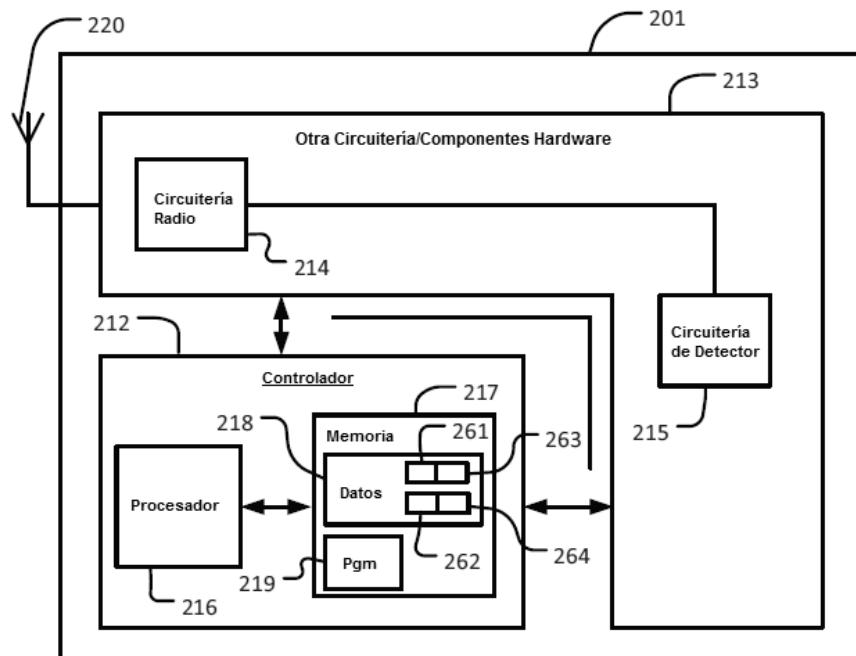
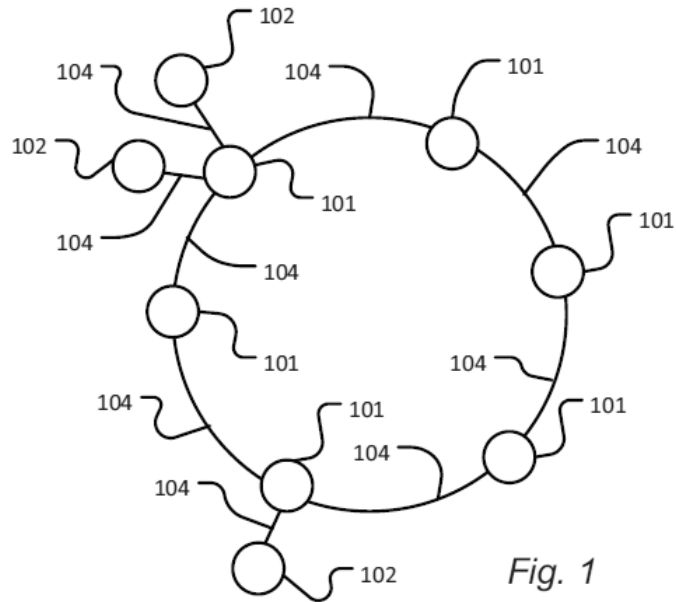


Fig. 2

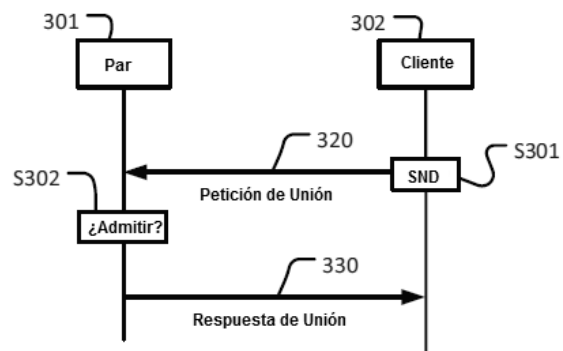


Fig. 3

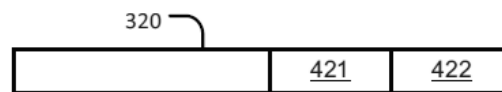


Fig. 4

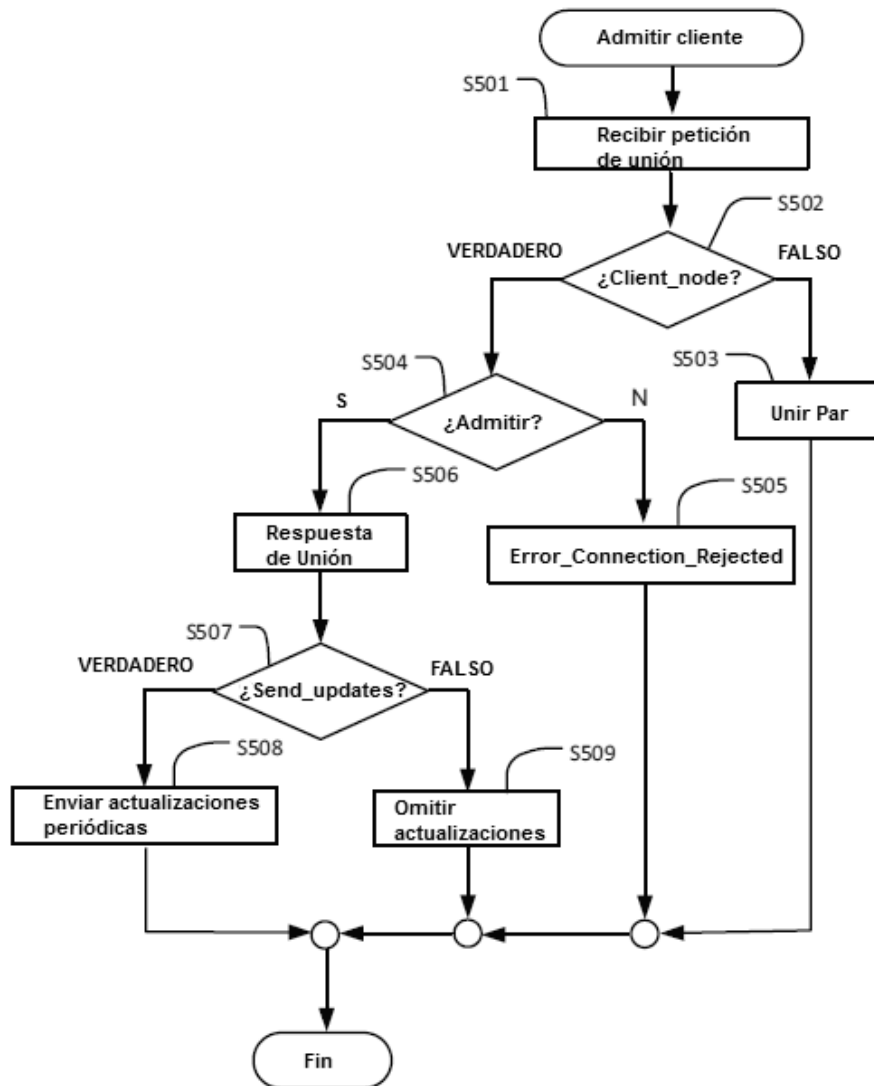


Fig. 5

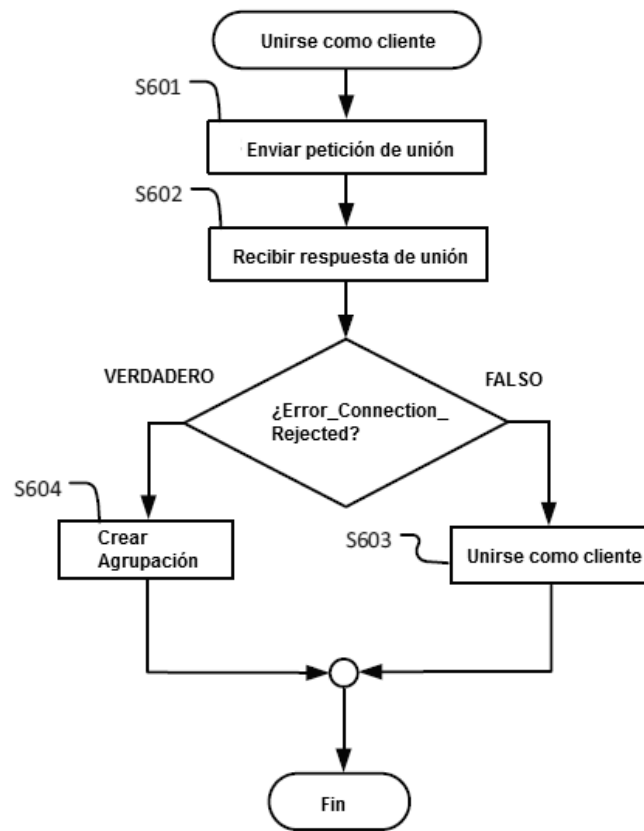


Fig. 6

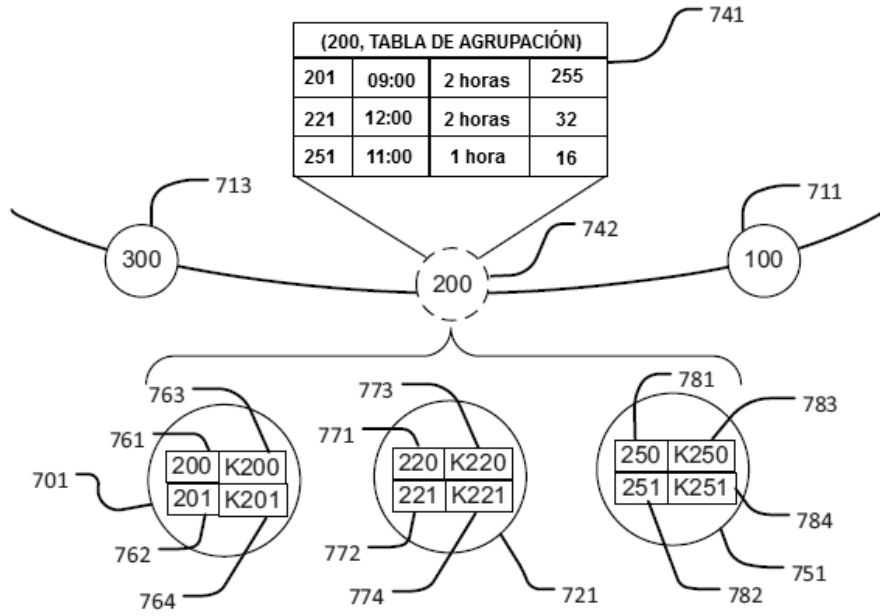


Fig. 7



Fig. 8

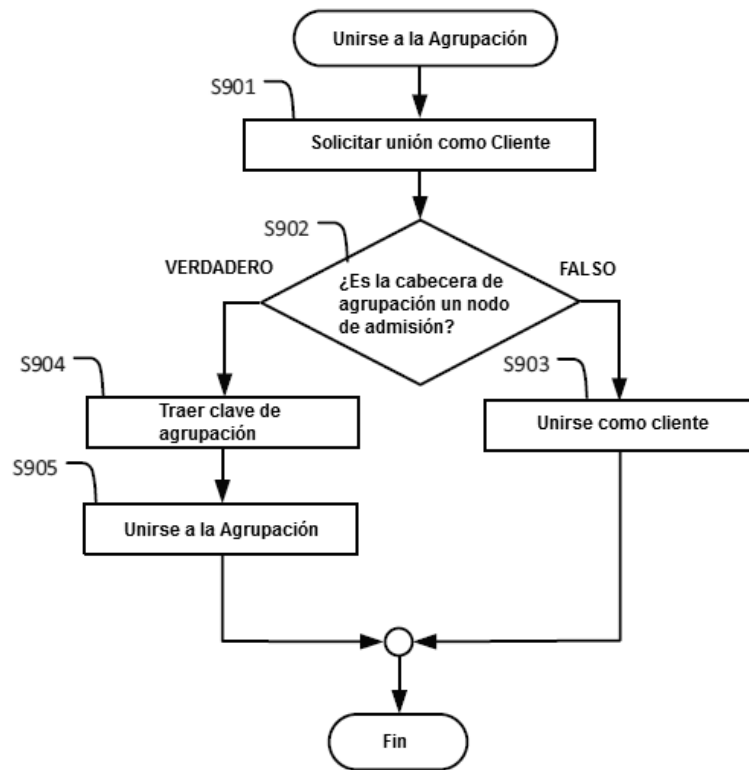


Fig. 9

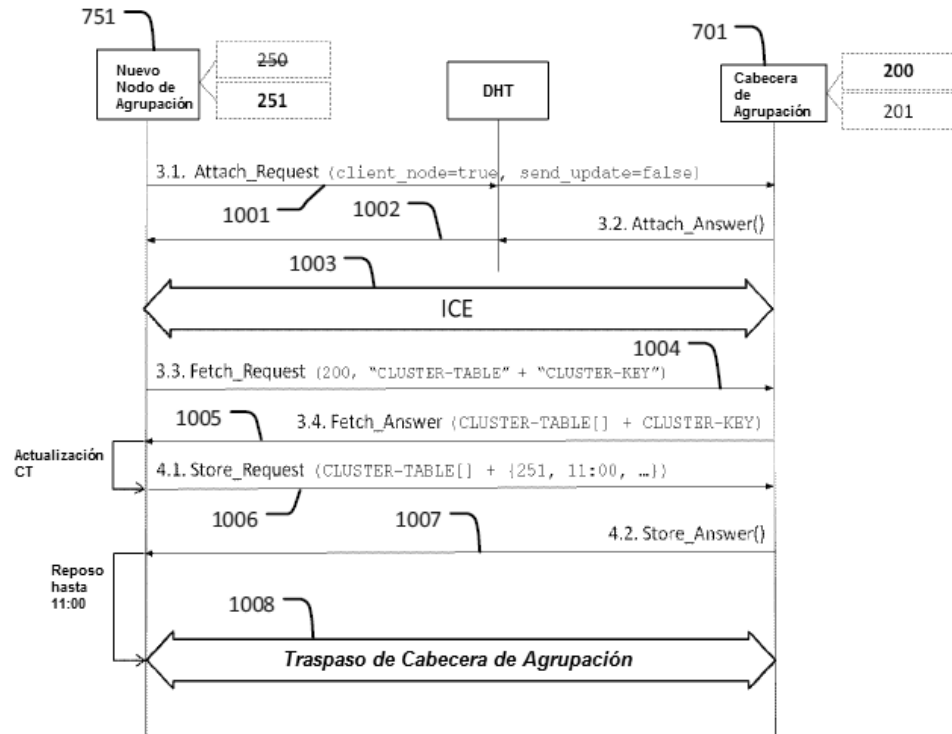


Fig. 10

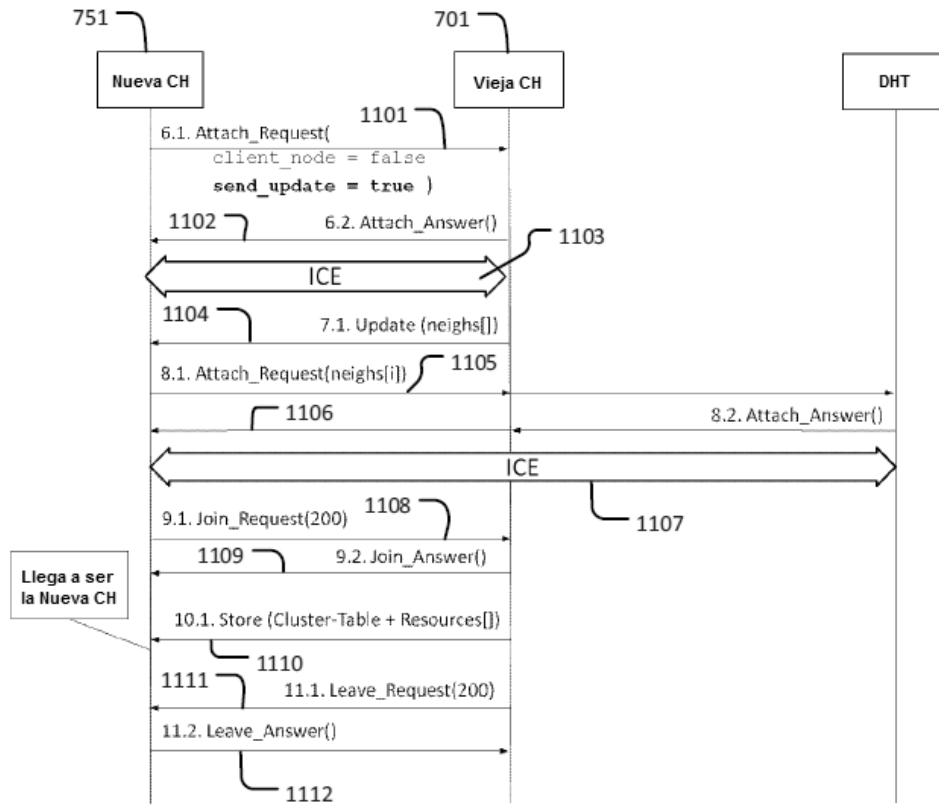


Fig. 11

FIG. 12

MÓDULO DE REMITENTE (SM)

MÓDULO DE PAR (PM)

MÓDULO DE PETICIÓN
DE CONEXIÓN (CRM)

MÓDULO DE DETERMINACIÓN (DM)

FIG. 13

MÓDULO DE RECHAZO (RM)

MÓDULO DE FORMACIÓN DE
AGRUPACIÓN (CFM)

FIG. 14

MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE
CABECERA DE AGRUPACIÓN (CFHM)