

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 633 122**

51 Int. Cl.:

H04W 74/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2011** **E 11188907 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.04.2017** **EP 2592890**

54 Título: **Gestión de carga de tráfico para tráfico de red de enlace ascendente**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.09.2017

73 Titular/es:

ITRON GLOBAL SARL (100.0%)
2111 North Molter Road
Liberty Lake WA 99019, US

72 Inventor/es:

NGUYEN, VIET HUNG y
VAN WYK, HARTMAN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 633 122 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Gestión de carga de tráfico para tráfico de red de enlace ascendente

5 Antecedentes

Una red de malla puede incluir una pluralidad de nodos, muchos de los cuales pueden incluir software para producir datos para su transmisión. Muchos de los nodos pueden tener también dispositivos asociados, que incluyen, sensores, contadores, etc., que pueden recoger datos. De manera colectiva, los nodos pueden generar que se envíe una cantidad considerable de datos aguas arriba hasta un nodo raíz para la transmisión a una oficina central.

Las redes y sistemas existentes crean cuellos de botella en ciertos nodos aguas arriba, dando como resultado retardos de transmisión y problemas de calidad de servicio. Un segundo problema de los sistemas existentes implica la división equitativa y eficaz del ancho de banda disponible entre nodos en la red y el software que se ejecuta en estos nodos.

El documento US2007/0214379A1 se refiere a técnicas para controlar transmisiones en redes de comunicación inalámbrica tales como redes de malla.

20 Sumario

En un aspecto se proporciona un método como se define en la reivindicación 1.

En otro aspecto se proporciona un nodo en una red como se define en la reivindicación 10.

25

Breve descripción de los dibujos

La descripción detallada se describe con referencia a las figuras adjuntas. En las figuras, el dígito o dígitos más a la izquierda de un número de referencia identifican la figura en la que aparece en primer lugar el número de referencia. Los mismos números se usan a lo largo de los dibujos para hacer referencia a características y componentes similares. Además, las figuras se pretenden para ilustrar conceptos generales, y no para indicar elementos requeridos y/o necesarios.

La Figura 1 es un diagrama que muestra una red que tiene una pluralidad de nodos, algún detalle de un nodo, una conexión a una red adicional tal como internet y una oficina central.

La Figura 2 es un diagrama que muestra detalles de ejemplo de un nodo individual.

La Figura 3 es un diagrama de temporización que muestra un ejemplo de cómo se evitan las colisiones mediante el nodo de ejemplo configurado como se observa en la Figura 2.

La Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo mediante el cual puede gestionarse tráfico de red de enlace ascendente.

La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo mediante el cual puede gestionarse información con respecto a ventanas de contención de nodos vecinos.

La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo mediante el cual pueden gestionarse periodos de tiempo de espera de ventanas de contención de otros nodos.

La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo mediante el cual un nodo puede establecer su propia ventana de contención, usando como entrada indicaciones de ventanas de contención de otros nodos.

La Figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo adicional mediante el cual un nodo puede establecer su propia ventana de contención, usando como entrada indicaciones de ventanas de contención de otros nodos.

50

Descripción detallada

Vista general

Como se ha analizado anteriormente, las redes existentes no proporcionan una manera eficaz de gestionar el tráfico de red de enlace ascendente en una red, tal como una red de malla inalámbrica de múltiples canales. Un problema particular en las redes existentes es que el tráfico entre las redes puede aumentar para nodos más cercanos al nodo raíz. Este aumento puede dar como resultado un cuello de botella, que puede degradar el rendimiento de la red. Un número de factores pueden ser los culpables. Por ejemplo, las redes existentes pueden incluir nodos que tienen ventanas de contención más largas que no les permite participar en el ancho de banda y procesar los datos a la velocidad requerida, basándose en los datos que reciben desde los nodos aguas abajo. Como se usa en el presente documento, una "ventana de contención" se refiere a un periodo de tiempo durante el cual un nodo espera para transmitir, tras la interrupción de señales de radiofrecuencia (RF) en un canal particular, antes de la transmisión. Por lo tanto, debido a que diferentes nodos tienen ventanas de contención de diferentes longitudes, las ventanas de contención proporcionan un "inicio escalonado", en el que se permite que un nodo empiece la transmisión de RF antes de los otros nodos, forzando de esta manera a que los otros nodos que esperan para transmitir suspendan un

cálculo de tiempo de espera en sus propias ventanas de contención. Por consiguiente, las ventanas de contención son parte de un sistema de evitación de colisiones en las redes inalámbricas.

Esta divulgación describe técnicas para proporcionar gestión de carga de tráfico para tráfico de red de enlace ascendente. El tráfico de red de enlace ascendente puede incluir datos que fluyen de nodo a nodo dentro una red de malla en una dirección aguas arriba, es decir, hacia un nodo raíz. La red, nodos y datos pueden incluir, por ejemplo, contadores de servicios públicos inteligentes (por ejemplo, contadores de electricidad, gas y/o agua), sensores (por ejemplo, sensores de temperatura, estaciones meteorológicas, sensores de frecuencia, etc.), dispositivos de control, transformadores, encaminadores, servidores, retransmisores (por ejemplo, retransmisores celulares), conmutadores, válvulas y otros dispositivos de red y los datos generados y/o transmitidos desde cualquiera de los anteriores. A partir del nodo raíz, los datos pueden transferirse a una red adicional para transporte a una oficina central. Por ejemplo, el nodo raíz puede configurarse como un encaminador celular en un contexto de un área de encaminamiento autónoma (ARA) de contadores inteligentes de servicios públicos, puede recibir datos desde la red de malla y puede transmitir esos datos a servidores dentro de Internet para transferir a una oficina central, servidor u otra localización deseada.

Un ejemplo que ilustra algunas de las técnicas analizadas en el presente documento que no se ha de considerar un análisis completo o comprensivo puede ayudar al lector. Un nodo puede ayudar en la gestión de tráfico de red aguas arriba en parte gestionando una ventana de contención usada mediante el nodo. Cuando se detiene la transmisión en un canal (es decir, cuando no se escucha actualmente la señal de radiofrecuencia (RF)) los nodos que desean comenzar la transmisión deben cada uno esperar hasta la expiración de sus propias ventanas de contención. Un nodo que tiene una ventana de contención más corta puede empezar la transmisión en primer lugar, evitando de esta manera que otros nodos transmitan. Por consiguiente, la longitud de una ventana de contención es un factor que rige el tráfico en una red de RF, tal como una red de malla que comprende una pluralidad de nodos, que puede configurarse como una ARA de contadores inteligentes de servicios públicos.

Dentro del ejemplo anterior, un nodo puede ayudar en la gestión de tráfico de red aguas arriba en parte gestionando una ventana de contención usada mediante el nodo. El nodo puede mantener una lista de tamaño o tamaños de ventana o ventanas de contención de nodo o nodos primarios del nodo. El nodo puede establecer su propia ventana de contención para que sea más larga (es decir, un periodo de tiempo más largo) que los nodos vecinos aguas arriba y/o nodos primarios. Con una ventana de contención más larga que su nodo o nodos primarios, el nodo se abstendrá de usar un canal de RF necesario por un nodo primario. Es decir, los nodos primarios tendrán en general una prioridad superior (es decir, tamaño de ventana de contención más corto) que sus nodos secundarios. Por consiguiente, los nodos aguas arriba pueden transmitir mejor cualquier retraso acumulado de datos antes de recibir datos adicionales desde nodos aguas abajo. Esto puede distribuir mejor datos a través de la red y puede gestionar mejor el flujo de datos.

El análisis del presente documento incluye varias secciones. Cada sección se pretende que sea no limitante. Más particularmente, esta descripción completa se pretende para ilustrar componentes y técnicas que pueden utilizarse en gestión de carga de tráfico de red de enlace ascendente, pero no componentes y técnicas que se requieran necesariamente. El análisis comienza con una sección titulada "Arquitectura de red de ejemplo", que describe una ARA, que incluye contadores de servicios públicos inteligentes y otros dispositivos como un entorno representativo que puede implementar las técnicas descritas en el presente documento. A continuación, una sección titulada "Configuración de nodo de ejemplo" ilustra y describe una configuración de ejemplo para un nodo usable en una red tal como una ARA y que proporciona una gestión de carga de tráfico de red de enlace ascendente. A continuación, una sección titulada "Operación de ventana de contención de ejemplo" ilustra y describe un ejemplo de técnicas de ventana de contención que proporcionan gestión de carga de tráfico de red de enlace ascendente. Secciones adicionales, tituladas "Métodos de ejemplo" y "Métodos de gestión de carga de tráfico de red de enlace ascendente de ejemplo" ilustran y describen técnicas que pueden usarse para gestionar ventanas de contención en nodos y para proporcionar gestión de carga de tráfico de red de enlace ascendente. Finalmente, el análisis finaliza con una breve conclusión.

Esta breve introducción, que incluye títulos de sección y correspondientes sumarios, se proporciona para mayor comodidad del lector y no está prevista para describir y/o limitar el alcance de las reivindicaciones o cualquier sección de esta divulgación.

Arquitectura de red de ejemplo

La Figura 1 es un diagrama esquemático que muestra la arquitectura de ejemplo 100 de una red, tal como por ejemplo una red de malla inalámbrica de múltiples canales, en la que las transmisiones de enlace ascendente pueden encaminarse al menos en parte de acuerdo con ventanas de contención establecidas en cada nodo de acuerdo con técnicas prescritas en el presente documento. La arquitectura 100 incluye una pluralidad de nodos 102A, 102B, 102C, 102D, ... 102N (denominados de manera colectiva como los nodos 102) acoplados de manera comunicativa entre sí mediante señales de radiofrecuencia (RF) de comunicación directa, transmisiones o enlaces. En este ejemplo, N representa un número de nodos de ejemplo en un área de encaminamiento autónoma (ARA),

que puede configurarse como una red de área extensa (WAN), red de área metropolitana (MAN), red de área local (LAN), red de área vecina (NAN), red de área personal (PAN) o similares.

5 Como se ha analizado anteriormente, la expresión “ventana de contención” se refiere a un periodo de espera que debe esperar un nodo, después de que la transmisión en un canal se finaliza por otro nodo, y antes de que el nodo pueda empezar su propia transmisión. Si otro nodo empieza la transmisión antes del fin de la ventana de contención del nodo, el nodo debe suspender una cuenta atrás asociada con su propia ventana de contención, y permitir que el otro nodo use el canal. En un entorno de múltiples canales, cada uno de la pluralidad de los canales puede definirse por un intervalo de frecuencia que es el mismo o diferente para cada uno de la pluralidad de canales, y cada canal puede centrarse alrededor de una frecuencia diferente. En algunos casos, la pluralidad de canales comprende canales de RF, que tienen típicamente una anchura de frecuencia apropiada a una modulación anticipada y condición o condiciones del entorno. La pluralidad de canales puede comprender un canal de control y múltiples canales de datos. En algunos casos, el canal de control se utiliza para comunicar uno o más mensajes cortos entre los nodos para especificar uno de los canales de datos a utilizarse para transferir datos. Adicionalmente, el canal de control puede utilizarse mediante una pluralidad de nodos para transmitir información que indica su longitud de ventana de contención. La longitud de la ventana de contención puede expresarse como un periodo de tiempo, un número de “intervalos” de tiempo, o cualquier técnica acordada. En general, las transmisiones en el canal de control son más cortas en relación con las transmisiones en los canales de datos.

20 En el ejemplo de la Figura 1, los nodos 102 están también configurados para comunicar con una oficina central 104 mediante un nodo raíz, tal como un dispositivo de borde (por ejemplo, retransmisor celular, encaminador celular, encaminador de borde, raíz DODAG, etc.), que sirve como un punto de conexión de la ARA a una red o redes de retroceso 106, tal como internet o una intranet. La oficina central 104 puede implementarse mediante uno o más dispositivos informáticos, tales como servidores, ordenadores personales, ordenadores portátiles, etc. El uno o más dispositivos informáticos pueden equiparse con uno o más procesador o procesadores acoplados de manera comunicativa a la memoria. En algunos ejemplos, la oficina central 104 incluye un sistema de gestión de datos de contador centralizado que realiza procesamiento, análisis, almacenamiento y/o gestión de datos recibidos desde uno o más de los nodos 102. Por ejemplo, la oficina central 104 puede procesar, analizar, almacenar y/o gestionar datos obtenidos desde un contador de servicios públicos inteligente, sensor, dispositivo de control, encaminador, regulador, servidor, retransmisor, conmutación, válvula y/u otros nodos. Aunque el ejemplo de la Figura 1 ilustra la oficina central 104 en una única localización, en algunos ejemplos la oficina central puede distinguirse entre múltiples localizaciones y/o puede eliminarse en su totalidad (por ejemplo, en el caso de una plataforma informática distribuida altamente descentralizada).

35 La red o redes 106 pueden comprender una red inalámbrica o una alámbrica, o una combinación de las mismas y pueden ser una colección de redes individuales interconectadas entre sí y funcionando como una única red grande. En el ejemplo ilustrado, el nodo 102A sirve como un nodo raíz, configurado como un retransmisor celular para retransmitir conminaciones a y/o desde los otros nodos 102B-102N de la ARA a y/o desde la oficina central 104 mediante la red o redes 106.

40 El nodo 102D es representativo de cada uno de los nodos 102 e incluye una radio 108, configurada para comunicación por medio de señales de RF 110, y una unidad de procesamiento 112. La radio 108 comprende un transceptor de radiofrecuencia (RF) configurado para transmitir y/o recibir señales de RF mediante uno o más de una pluralidad de canales/frecuencias. En algunas implementaciones, cada uno de los nodos 102 incluye una única radio 108 configurada para enviar y recibir datos en múltiples canales diferentes, tales como el canal de control y múltiples canales de datos de cada enlace de comunicación 110. La radio 108 puede configurarse también para implementar una pluralidad de diferentes técnicas de modulación, velocidades de datos, protocolos, intensidades de señal y/o niveles de potencia. Adicionalmente, la radio puede configurarse para sintonizar secuencialmente una pluralidad de diferentes frecuencias, cada una durante un corto periodo de tiempo, en un esquema de “salto de frecuencia”. La arquitectura 100 puede representar una red heterogénea de nodos, en la que los nodos 102 pueden incluir diferentes tipos de nodos (por ejemplo, contadores inteligentes, retransmisores celulares, sensores, etc.), diferentes generaciones o modelos de nodos, y/o nodos que de otra manera son capaces de transmitir en diferentes canales y usar diferentes técnicas de modulación, velocidades de datos, protocolos, intensidades de señal y/o niveles de potencia.

55 La unidad de procesamiento 112 puede incluir uno o más procesador o procesadores 114 acoplados de manera comunicativa a la memoria 116. El procesador 114 puede ejecutar, y la memoria 116 puede contener, diversos módulos, gestores, algoritmos, etc. Los módulos pueden configurarse en software y/o firmware, y pueden ejecutarse en el procesador. En realizaciones alternativas, cualquiera o todos los módulos pueden implementarse en su totalidad o en parte mediante hardware. Ejemplos de hardware incluyen un microcontrolador u otro dispositivo, tal como un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC) u otro dispositivo configurado para ejecutar las funciones descritas.

65 La memoria 116, aunque se muestra como una entidad monolítica, puede configurarse también como una pluralidad de dispositivos configurados de manera diferente, tal como una memoria de solo lectura, memoria escribible, memoria persistente o no persistente, etc. La memoria 116 puede configurarse para almacenar uno o más módulos

de software y/o firmware, que son ejecutables en el procesador o procesadores 114 para implementar diversas funciones.

La memoria 116 puede comprender medios legibles por ordenador y puede tomar la forma de memoria volátil, tal como memoria de acceso aleatorio (RAM) y/o memoria no volátil, tal como memoria de solo lectura (ROM) o RAM flash. Medio legible por ordenador incluye memoria extraíble y no extraíble, volátil y no volátil, implementada de acuerdo con cualquier tecnología o técnicas para almacenamiento de información tales como instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos para ejecución mediante uno o más procesadores de un dispositivo informático. Ejemplos de medio legible por ordenador incluyen, pero sin limitación, memoria de cambio de fase (PRAM), memoria de acceso aleatorio estática (SRAM), memoria de acceso aleatorio dinámica (DRAM), otros tipos de memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria de solo lectura eléctricamente programable borrable (EEPROM), memoria flash u otra tecnología de memoria, memoria de solo lectura de disco compacto (CD-ROM), discos versátiles digitales (DVD) u otro almacenamiento óptico, cassetes magnéticos, cinta magnética, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio no de transmisión que pueda usarse para almacenar información para acceso mediante un dispositivo informático. Como se define en el presente documento, medio legible por ordenador no incluye medios de comunicación, tales como señales de datos moduladas y ondas portadoras.

La funcionalidad de la ventana de contención 118 puede definirse en la memoria 116 y mantenerse mediante las acciones del procesador 114. La información de ventana de contención puede incluir información acerca de la duración de las ventanas de contención de vecinos aguas arriba del nodo 102D. De acuerdo con las técnicas anteriormente analizadas, la funcionalidad de la ventana de contención 118 puede operar para seleccionar una ventana de contención para el nodo 102D que es más larga que las ventanas de contención de vecinos a 1 salto aguas arriba. El uso de una ventana de contención en el nodo 102D que es más larga que la de los vecinos aguas arriba (por ejemplo, el nodo 102B) ayuda a la red 100 a eliminar cuellos de botella en la transmisión.

Configuración de nodo de ejemplo

La Figura 2 es un diagrama que muestra detalles adicionales de un nodo de ejemplo individual 200. El nodo puede configurarse para proporcionar gestión de carga de tráfico para tráfico de red de enlace ascendente. El tráfico de red de enlace ascendente puede incluir datos que fluyen desde el nodo hasta el nodo en una red de malla en una dirección aguas arriba, es decir, hacia un nodo raíz.

El nodo 200 puede configurarse para ayudar en la gestión de tráfico de red aguas arriba en parte gestionando una ventana de contención usada mediante el nodo. Cuando se detiene la transmisión en un canal (es decir, cuando no se escucha actualmente la señal de radiofrecuencia (RF)) los nodos que desean comenzar la transmisión deben cada uno esperar hasta una expiración indicada por sus propias ventanas de contención. Un nodo que tiene una ventana de contención más corta puede empezar la transmisión en primer lugar (suponiendo que tiene datos para transmitir), y su transmisión tiene el efecto de evitar que los otros nodos transmitan. Si el nodo que tiene la ventana de contención más corta no tiene ningún dato que transmitir, un nodo con un tamaño de ventana de contención siguiente más corto tendrá una oportunidad para transmitir, y así sucesivamente. Por consiguiente, la longitud de una ventana de contención es un factor que rige el tráfico en una red de RF, tal como una red de malla que comprende una pluralidad de nodos, que puede configurarse como una ARA de contadores inteligentes de servicios públicos.

La radio 108 puede configurarse para comunicación con una unidad de procesamiento 112 a través de un bus de comunicaciones 202. En la configuración de ejemplo de la Figura 2, la radio puede incluir una antena 204 que proporciona una señal de entrada a un extremo frontal de RF 206. El extremo frontal de RF 206 puede configurarse para sintonizar una señal de RF de entre muchas proporcionadas mediante la antena 204, y proporcionar una señal de banda base al procesador de banda base 208.

El extremo frontal de RF 206 puede configurarse usando componentes de hardware de alta frecuencia para sintonizar una o más frecuencias de señales de RF obtenidas desde nodos dentro de la red. En una configuración analógica (o analógica y digital mixta), el extremo frontal de RF 206 puede configurarse como una radio o transceptor usando tecnología convencional o avanzada, que permite la sintonización de una o más frecuencias. El extremo frontal de RF 206 puede configurarse para procesar señales, tal como se proporcionan mediante una antena 204, que incluye señales de RF (por ejemplo, la señal 110 de la Figura 1) obtenidas desde dispositivos de red. Como salida, el extremo frontal de RF 206 puede proporcionar datos que están en general en forma de una señal de banda base analógica o digitalizada enviada al procesador de banda base 208.

En un ejemplo del extremo frontal de RF 206, se utiliza una única frecuencia, por ejemplo, una frecuencia central del mismo canal, para comunicaciones de RF mediante uno o más de los nodos (por ejemplo, los nodos 102 de la Figura 1) de una red. En un ejemplo de este tipo, el extremo frontal de RF 206 puede sintonizar o escuchar en una frecuencia central a través de un ancho de banda tan grande como un ancho de banda más ancho usado por cualquier protocolo soportado. En un segundo ejemplo del extremo frontal de RF 206, puede usarse una pluralidad de canales y/o frecuencias, y el extremo frontal de RF 206 puede configurarse para realizar una funcionalidad de

salto de frecuencia entre la pluralidad de canales. En algunas aplicaciones, el extremo frontal de RF 206 se configurará para sintonizar entre un canal utilizado como un canal de control y otros canales utilizados como canales de datos. Los nodos pueden comunicar en conversaciones breves en el canal de control, y acordar transferir datos en uno de los canales de datos. Por lo tanto, el extremo frontal de RF 206 puede configurarse para realizar salto de frecuencia a través de una pluralidad de canales definidos en un ancho de banda.

El procesador de banda base 208 puede configurarse para modular y/o demodular datos escuchados en cualquier canal sintonizado o transmitido mediante el extremo frontal de RF 206. En particular, el procesador de banda base 208 puede configurarse para modulación y demodulación de acuerdo con uno o más protocolos requeridos por uno o más nodos 102 (como se observa en la Figura 1).

La unidad de procesamiento 112 puede incluir un procesador 114, una memoria 116 y un reloj 210. El reloj 210 puede usarse para medir y/o temporizar ventanas de contención, salto de frecuencia, funciones de red y/o nodo y similares.

La memoria 116 puede incluir una lista 212. En un ejemplo, la lista comprende uno o más de: indicaciones de nodos primarios (por ejemplo, por ID de red); una longitud de ventana de contención (CW) asociada; y un tiempo de espera asociado con una o más de las ventanas de contención. En un ejemplo, si un nodo tiene un único nodo primario, la lista 212 puede contener indicaciones del nombre o ID de red del primario, indicaciones de longitud de una ventana de contención del primario, y un tiempo de espera de la ventana de contención del primario. El tiempo de espera es un periodo de tiempo o un tiempo de expiración. Una vez que el periodo ha expirado, o se ha alcanzado el tiempo de expiración, la ventana de contención del nodo primario se vuelve "prescrita" y ya no se considera por el nodo cuando se calcula la propia ventana de contención del nodo. En un ejemplo, tras la expiración de una ventana de contención de un primario, el nodo puede establecer en su lugar su propia ventana de contención basándose en un algoritmo de CSMA/CA, sin considerar la ventana de contención prescrita del nodo primario.

En algunas implementaciones de ejemplo, el reloj 210 puede ser un dispositivo de hardware, mientras que un temporizador 214 puede ser un programa o módulo definido en la memoria 116, ejecutable mediante el procesador 114 y configurado para utilizar el reloj, en conjunto con uno o más algoritmos, instrucciones, variables o banderas. Como tal, el temporizador 214 puede programarse para utilizar el reloj 210 para temporizar eventos, que incluyen salto de canal, ventana o ventanas de contención y similares.

Un algoritmo 216 de acceso múltiple por detección de portadora con evitación de colisión (CSMA/CA) puede definirse en la memoria 116, ejecutable mediante el procesador 114 y configurarse para calcular una ventana de contención "por defecto" para el nodo 200. En particular, el algoritmo 216 de CSMA/CA puede calcular una ventana de contención usada en nodos convencionales, y que se usa únicamente en ciertas circunstancias mediante el nodo 200.

Un módulo de cálculo de tamaño de ventana de contención 218 puede definirse en la memoria 116, ejecutable mediante el procesador 114 y configurarse para calcular un tamaño (longitud y/o duración) de una ventana de contención 220. En un ejemplo, el módulo de cálculo de tamaño de ventana de contención 218 obtiene la ventana o ventanas de contención del primario o primarios de la lista 212. Si el tiempo o tiempos de espera asociados con la ventana o ventanas de contención indican que las ventanas de contención son aún válidas y/o "en vigor" entonces se usa/usan como entrada mediante el módulo de cálculo de tamaño de ventana de contención 218. Adicionalmente, el módulo de cálculo de tamaño de ventana de contención 218 puede obtener una ventana de contención a partir del algoritmo 216 de CSMA/CA para su uso como entrada. Esta ventana de contención, desde el algoritmo CSMA/CA, se usaría mediante el nodo en una aplicación de red convencional. El módulo de cálculo de tamaño de ventana de contención 218 del nodo 200 a continuación determina la mayor de las ventanas de contención usada como entrada y establece la ventana de contención 220 para el nodo 200 como la mayor de las ventanas de contención de entrada.

Un gestor de ventana de contención 222 puede definirse en la memoria 116, ejecutable mediante el procesador 114 y configurarse para cualquiera de diversos fines. Por ejemplo, el gestor de ventana de contención 222 puede configurarse para ayudar en el mantenimiento de la lista 212. Adicionalmente y/o como alternativa, el gestor de ventana de contención 222 puede configurarse para anunciar, en mensajes a vecinos, el tamaño de la ventana de contención 220 del nodo, según se calcula mediante el módulo de cálculo de tamaño de ventana de contención 218.

Operación de ventana de contención de ejemplo

La Figura 3 es un diagrama de temporización 300 que muestra un ejemplo de cómo pueden evitarse colisiones de paquetes de datos transmitidos a través de señales de RF. En un ejemplo, las colisiones se evitan mediante el uso y/u operación de la lista 212, el temporizador 214, el algoritmo 216 de CSMA/CA, el módulo de cálculo de tamaño de ventana de contención 218 y el gestor de ventana de contención 222 de la Figura 2. El diagrama de temporización 300 muestra líneas de tiempo asociadas con un nodo, su primario y su secundario. El nodo se encuentra aguas arriba del nodo secundario, pero aguas abajo del nodo primario. En el ejemplo de la Figura 1, el primario está más cerca al encaminador celular 102A y a la red 106. El ejemplo de la Figura 3 ilustra cómo se le da prioridad al nodo

primario, sobre el nodo, para transmitir datos mediante la operación de las funciones de ventana de contención 212-222 (como se observa en la Figura 2). Y en particular, cómo un nodo, asignándose a sí mismo una ventana de contención más larga que su primario, puede proporcionar prioridad al primario.

5 En el diagrama 300, una primera ventana de contención 302 acaba de finalizar. El nodo secundario puede haber estado en solitario entre los nodos que desean transmitir y envía un paquete de solicitud para enviar (RTS) 304 al nodo (que puede ser el primario del nodo secundario). El nodo responde con un paquete de liberar para enviar (CTS) 306. En respuesta, el nodo secundario envía datos 308. Tras la conclusión de la transmisión de los datos 308, el nodo envía un acuse de recibo 310.

10 Durante la transmisión de los datos 308, en los tiempos 312 y 314, el nodo primario y el nodo, respectivamente, ambos deciden que tienen datos que desean transmitir. Por consiguiente, la etapa se establece para que haya diferencias en las ventanas de contención para evitar una colisión de RF. Y además, la etapa se establece para que la funcionalidad de ajuste de ventana de contención, observada en el nodo 200 de la Figura 2, proporcione prioridad al nodo primario. En el ejemplo de la Figura 3, el nodo primario desea transmitir datos al nodo. Sin embargo, el nodo primario podría desear como alternativa transmitir a otro nodo, tal como a su nodo primario. Además, para evitar colisiones, únicamente se permitirá a uno del nodo y el nodo primario transmitir después de la conclusión de la transmisión del nodo secundario. Por consiguiente, después de que el nodo proporciona un acuse de recibo 310 de la transmisión del nodo secundario, comienza un segundo periodo de contención 316, que determinará cuál, entre el nodo y el nodo primario, está permitido a transmitir a continuación.

25 Después del acuse de recibo 310, se detiene la transmisión mediante todos los nodos. El siguiente nodo permitido a transmitir será el nodo con el periodo de contención más corto. Puesto que todos los nodos tienen diferentes periodos de contención, se evitan colisiones potenciales. En el ejemplo de la Figura 3, después de que el nodo primario cuenta cinco intervalos de tiempo vacíos en la ventana de contención, la ventana de contención del nodo primario finaliza y envía un RTS 318 al nodo. El nodo, cuya ventana de contención no se ha agotado aún, se da cuenta que este no es su turno para transmitir. Por consiguiente, el nodo envía un CTS 320 al nodo primario, que indica que el nodo primario está libre para enviar (es decir, para transmitir). Por consiguiente, el nodo primario envía datos 322. Tras la conclusión de la transmisión de los datos 322, el nodo envía un acuse de recibo 324. En respuesta al acuse de recibo 324, se inicia una tercera ventana de contención 326.

35 Por lo tanto, la Figura 3 ilustra que el nodo primario y el nodo ambos desean enviar datos en la siguiente oportunidad, es decir, después de la segunda ventana de contención. Sin embargo, puesto que el nodo establece su ventana de contención para que sea más larga que la ventana de contención de su primario, el primario finalizó su ventana de contención en primer lugar, y envía el RTS 318, provocando de esta manera que el nodo tenga que esperar hasta una ventana de contención posterior para enviar sus datos. Desde la perspectiva de la red, el comportamiento ilustrado por la Figura 3 proporciona una ventaja, en que a los nodos aguas arriba se les proporciona prioridad, teniendo ventanas de contención más cortas, y por lo tanto pueden enviar más datos durante tráfico de red intenso. Por ejemplo, a medida que el tráfico de red se acerca un nodo raíz de la red, el tráfico se asume por los nodos que tienen ventanas de contención más cortas que los nodos aguas abajo. Las ventanas de contención más cortas ayudan a estos nodos a transmitir con mayor frecuencia en enlaces ocupados.

Métodos de ejemplo

45 Los procesos de ejemplo de las Figuras 4-8 pueden entenderse en parte por referencia a las configuraciones de las Figuras 1-3. Sin embargo, las Figuras 4-8 tienen aplicabilidad general, y no están limitadas por otras figuras de los dibujos y/o análisis anterior.

50 Cada proceso descrito en el presente documento se ilustra como una colección de actos, bloques u operaciones en un gráfico de flujo lógico, que representa una secuencia de operaciones que pueden implementarse en hardware, software o una combinación de los mismos. Los procesos pueden incluir almacenar, en una memoria acoplada de manera comunicativa a un procesador, instrucciones ejecutables por ordenador para realizar un método, tal como un método de proporción de gestión de carga de tráfico para tráfico de red de enlace ascendente, y ejecutar las instrucciones en el procesador.

55 En el contexto de software, las operaciones representan instrucciones ejecutables por ordenador almacenadas en uno o más medios de almacenamiento legibles por ordenador (por ejemplo, la memoria 116 de las Figuras 1 y 2) que, cuando se ejecutan mediante uno o más procesadores (por ejemplo, los procesadores 114 de las Figuras 1 y 2), realizan las operaciones indicadas. Tal medio de almacenamiento, procesadores e instrucciones legibles por ordenador pueden localizarse en un sistema (por ejemplo, el sistema 100 de la Figura 1 o el sistema 200 de la Figura 2) de acuerdo con un diseño o implementación deseados. El medio de almacenamiento 116 observado en las Figuras 1 y 2 es representativo de medio de almacenamiento en general, tanto extraíble como no extraíble y de cualquier tecnología. Por lo tanto, las operaciones indicadas representan acciones, tales como aquellas descritas en las Figuras 4-8, y se realizan bajo el control de uno o más procesadores configurados con instrucciones ejecutables para realizar las acciones indicadas. En general, las instrucciones ejecutables por ordenador incluyen rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos y similares que realizan funciones particulares o

implementan tipos de datos abstractos particulares. El orden en el que se describen las operaciones no se pretende que se interprete como una limitación, y las operaciones descritas pueden combinarse en diferentes órdenes y/o en paralelo para implementar el proceso. El análisis anterior puede aplicarse a otros procesos descritos en el presente documento.

5 La memoria 116 puede comprender medios legibles por ordenador que pueden adoptar la forma de memoria volátil, tal como memoria de acceso aleatorio (RAM) y/o memoria no volátil, tal como memoria de solo lectura (ROM) o RAM flash. Los medios legibles por ordenador incluyen memoria extraíble y no extraíble, volátil y no volátil, implementada en cualquier método o tecnología para almacenamiento de información tal como instrucciones legibles por
10 ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos para su ejecución por uno o más procesadores de un dispositivo informático. Ejemplos de medio legible por ordenador incluyen, pero sin limitación, memoria de cambio de fase (PRAM), memoria de acceso aleatorio estática (SRAM), memoria de acceso aleatorio dinámica (DRAM), otros tipos de memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria de solo lectura eléctricamente programable borrrable (EEPROM), memoria flash u otra tecnología de memoria, memoria de solo lectura de disco compacto (CD-ROM), discos versátiles digitales (DVD) u otro almacenamiento óptico, casetes magnéticos, cinta magnética, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio no de transmisión que pueda usarse para almacenar información para acceso mediante un dispositivo informático. Como se define en el presente documento, medio legible por ordenador no incluye medio de comunicación, tal como señales de datos modulados y ondas portadoras.

20 Adicionalmente, para los fines del presente documento, un medio legible por ordenador puede incluir todo o parte de un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC) u otro dispositivo de hardware. Un dispositivo de hardware de este tipo puede configurarse para incluir otra funcionalidad, que incluye funciones que proporcionan gestión de carga de tráfico para tráfico de red de enlace ascendente. Por consiguiente, dentro de un circuito integrado de este tipo,
25 uno o más procesadores están configurados con instrucciones ejecutables, que pueden definirse mediante lógica, transistores u otros componentes o en memoria integrada.

Métodos de gestión de carga de tráfico de red de enlace ascendente de ejemplo

30 La Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo 400 mediante el cual puede gestionarse el tráfico de red de enlace ascendente. En la operación 402, un nodo mantiene una lista, base de datos, estructura de datos y/o almacenamiento de datos que incluye información acerca del nodo o nodos primarios del nodo. En el ejemplo de la Figura 2, la lista 212 incluye información acerca de los nodos primarios, sus ventanas de contención y sus tiempos de expiración y/o tiempos de espera. La lista puede mantenerse, por ejemplo, mediante el gestor de ventana de contención 222. La lista puede incluir el ID de nodo o de red del primario o primarios del nodo. La lista
35 puede incluir un tamaño o un indicador de un tamaño de una ventana de contención de uno o más nodos primarios en la lista. Adicionalmente, para cada ventana de contención, la lista puede incluir un tiempo de espera y/o tiempo de expiración de la ventana de contención. Después de que ha transcurrido el periodo de tiempo de espera, o se ha alcanzado el tiempo de expiración, la ventana de contención con la que está asociada el tiempo de espera ya no se considera válida y/o usable. Por consiguiente, el nodo puede establecer su ventana de contención a otro valor introducido en un algoritmo de ajuste de ventana de contención. Por ejemplo, el nodo puede establecer su ventana de contención a un valor calculado de CSMA/CA. El nodo puede mantener la lista escuchando en un canal de control cuando el nodo no está transmitiendo o recibiendo datos en otros canales. En particular, los nodos pueden usar el canal de control para publicar información de ventana de contención. Los nodos pueden usar también
40 paquetes de RTS y/o CTS para publicar o declarar información de ventana de contención.

45 En la operación 404, una ventana de contención puede establecerse para que sea más larga que una ventana de contención de un primario del nodo. Por lo tanto, un nodo, que ha mantenido la lista analizada en la operación 402, puede establecer una ventana de contención para que sea más larga que las ventanas de contención de cualquiera, alguno o todos su primario o primarios. Esto tiende a poner el nodo o nodos primarios en ventaja, siguiendo la conclusión de la transmisión sobre un canal, en que el primario del nodo, que tiene una ventana de contención más corta, tendrá prioridad sobre el nodo cuando ambos desean usar un canal/frecuencia. En el ejemplo de la Figura 2, el módulo de cálculo de tamaño de ventana de contención 218 puede usarse para realizar la operación 404.

55 En la operación 406, puede anunciarse un tamaño de una ventana de contención, al menos hasta vecinos a 1 salto aguas abajo del nodo. Los vecinos a 1 salto aguas abajo pueden incluir nodos que están dentro del intervalo de señal de RF del nodo, es decir, nodos con los que el nodo puede comunicar. El anuncio del tamaño de la ventana de contención del nodo puede realizarse particularmente a nodos del nodo secundario (aguas abajo), es decir, nodos que están aguas abajo del nodo. El anuncio puede considerarse una publicación, y puede usarse para que los nodos receptores actualicen su lista (véase la operación 402). En el ejemplo de la Figura 2, el gestor de ventana de contención 222 puede configurarse para realizar la operación 406. Obsérvese que mientras que un nodo puede establecer su ventana de contención para que sea más larga que las ventanas de contención de sus primarios, los secundarios del nodo pueden establecer también sus ventanas de contención para que sean más largas que la ventana de contención del nodo. Por lo tanto, los nodos aguas abajo pueden tener en general ventanas de contención más largas, ayudando de esta manera a los nodos aguas arriba donde es más probable un cuello de botella.

En la operación 408, el nodo puede intercambiar paquetes de RTS y/o CTS con otro nodo. Uno o ambos de tales paquetes pueden incluir información de tamaño de ventana de contención. Por lo tanto, los nodos que escuchan un canal de control pueden escuchar por casualidad nodos que desvelan información de tamaño de ventana de contención. Habiendo escuchado por casualidad esa información, el nodo puede actualizar su lista, si fuera apropiado (por ejemplo, como en la operación 402).

En la operación 410, pueden enviarse datos mediante un nodo a su nodo primario. El envío puede comenzar después de una espera indicada mediante la ventana de contención. Puesto que el nodo habrá establecido su ventana de contención para que sea más larga que la del nodo primario (véase la operación 404), el nodo no transmitirá datos al primario si el primario necesita el canal para transmisión durante el periodo de espera del nodo.

En la operación 412, pueden recibirse datos mediante el nodo desde un vecino a 1 salto, tal como un secundario del nodo. La recepción puede comenzar después de periodo de tiempo más largo que la ventana de contención del nodo anunciada. Por lo tanto, si el nodo necesita el canal para su propia transmisión, su propia ventana de contención más corta le permitirá comenzar usando el canal antes de que los vecinos aguas abajo a 1 salto (por ejemplo, nodos secundarios) puedan a comenzar su uso.

La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo 500 mediante el cual puede gestionarse la información con respecto a ventanas de contención de nodos vecinos. Como tal, el método 500 proporciona un ejemplo y/o información adicional sobre cómo puede obtenerse información de ventana de contención, y cómo puede mantenerse la lista 212 de la Figura 2, como se analiza en la operación 402 de la Figura 4. En la operación 502, las indicaciones de las longitudes de ventana de contención pueden recibirse mediante un nodo desde uno o más primarios del nodo. Las indicaciones pueden proporcionarse por las publicaciones, mediante paquetes de RTS/CTS, u otros paquetes expresamente pretendidos para transferir información de tamaño de ventana de contención, o similares.

En la operación 504, puede recibirse una publicación desde el nodo raíz que sirve como un punto de conexión de la ARA a una red de retroceso (por ejemplo, el nodo 102A en la Figura 1). Desde el punto de vista de la comunicación de enlace ascendente, el nodo raíz es un primario aguas arriba único de todos los nodos vecinos a 1 salto. Puesto que el nodo raíz no tiene primario aguas arriba, no mantendrá un tamaño de ventana de contención para su propia comunicación de enlace ascendente. Sin embargo, el nodo raíz puede monitorizar comunicaciones de enlace ascendente desde todos los vecinos a 1 salto y puede calcular y/u optimizar el tamaño de ventana de contención para usarse por sus nodos vecinos que puede aumentar o maximizar el caudal de enlace ascendente global o minimizar el retardo de enlace ascendente. Este cálculo puede hacerse mediante el módulo de cálculo de tamaño de ventana de contención 218 en la Figura 2. El nodo raíz puede a continuación anunciar el tamaño de ventana de contención óptimo a todos los nodos vecinos. En un ejemplo, los tamaños de ventana de contención anunciados por la raíz a una pluralidad de vecinos aguas abajo a 1 salto de la raíz están dimensionados y/o calculados por la raíz para proporcionar ventanas de contención más cortas a vecinos a 1 salto de la raíz requeridas para transmitir más datos y ventanas de contención más largas a vecinos a 1 salto de la raíz requeridas para transmitir menos datos. La publicación desde el nodo raíz puede ser además, o como alternativa, a otros medios mediante los cuales un nodo puede recibir información de ventana de contención. En el ejemplo de la Figura 2, el gestor de ventana de contención 222 puede recibir y/o gestionar esta publicación.

En la operación 506, una pluralidad de primarios de un nodo, una pluralidad de ventanas de contención (por ejemplo, indicaciones de tiempos de ventana de contención), y una pluralidad de tiempos de espera las ventanas de contención, respectivamente, pueden organizarse en una lista. En el ejemplo de la Figura 2, la lista 212 puede mantenerse mediante el gestor de ventana de contención 222, o similares.

La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo 600 mediante el cual pueden gestionarse periodos de tiempo de espera de ventanas de contención de otros nodos. Como tal, el método 600 proporciona un ejemplo y/o información adicional sobre cómo puede hacerse expirar la información de ventana de contención y mantenerse en la lista 212 de la Figura 2, como se analiza en la operación 402 de la Figura 4. En general, una ventana de contención se usa únicamente antes de la expiración de su periodo de tiempo de espera. La ventana de contención no se usa siguiendo el periodo de tiempo de espera, que puede expresarse como un periodo de cuenta atrás o una fecha y hora, o similares. Puesto que la ventana de contención no se usa, puede usarse en su lugar otra entrada al módulo de cálculo de tamaño de ventana de contención 218 (véase la Figura 2). Por ejemplo, puede usarse la ventana de contención calculada mediante el algoritmo 216 de CSMA/CA.

En la operación 602, uno o más periodos de tiempo de espera de ventana de contención se monitorizan en cuanto a la expiración. Esto puede incluir contar hacia atrás los periodos de tiempo de espera u observar la llegada de un tiempo en el que expira la ventana de contención.

En la operación 604, se usa una ventana de contención por defecto tras la expiración de un periodo de tiempo de espera. La ventana de contención por defecto puede usarse en cualquier algoritmo configurado para seleccionar una ventana de contención para el nodo. En el ejemplo de la Figura 2, la lista 212 puede usarse para registrar el ID del nodo primario, el tamaño de ventana de contención y el tiempo de espera de la ventana de contención. El módulo de

cálculo de tamaño de ventana de contención 218 puede gestionar la lista 212 y determinar si una ventana de contención de un nodo primario ha expirado. Si ha expirado, el módulo de cálculo de tamaño de ventana de contención 218 puede usar en su lugar una ventana de contención proporcionada mediante, por ejemplo, el algoritmo CSMA/CA por defecto.

5 La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo 700 mediante el cual un nodo puede seleccionar su propia ventana de contención, usando como entrada indicaciones de ventanas de contención desde otros nodos. Como tal, el método 700 proporciona un ejemplo y/o información adicional sobre cómo pueden seleccionarse ventanas de contención, como se analiza en la operación 404 de la Figura 4. En general, el método
10 700 proporciona la selección de una ventana de contención para un nodo que es más largo que los vecinos aguas arriba a 1 salto (por ejemplo, primarios) del nodo.

En la operación 702, se consulta una publicación recibida mediante un nodo, o la lista (por ejemplo, la lista 212 de la Figura 2) mantenida mediante el nodo, y se obtienen las indicaciones de (por ejemplo, información acerca de)
15 ventanas de contención de vecinos aguas arriba a 1 salto.

En la operación 704, la ventana de contención del nodo se establece tan larga como, o más larga que, la más larga de: la ventana de contención más larga usada por vecinos aguas arriba a 1 salto del nodo; y, una ventana de contención basada en un algoritmo de CSMA/CA. En un ejemplo, únicamente se consideran vecinos aguas arriba a
20 1 salto que son primarios del nodo. En otro ejemplo, se considera la expiración de las ventanas de contención de vecinos aguas arriba a 1 salto.

La Figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo adicional mediante el cual un nodo puede seleccionar su propia ventana de contención, usando como entrada indicaciones de ventanas de contención desde
25 otros nodos. Como tal, el método 800 proporciona un ejemplo y/o información adicional sobre cómo pueden seleccionarse ventanas de contención, como se analiza en la operación 404 de la Figura 4. En general, el método 800 proporciona la selección de una ventana de contención para un nodo que es más largo que vecinos y/o primarios aguas arriba conocidos. Por ejemplo, puede seleccionarse una ventana de contención que es igual a, o más larga que, vecinos aguas arriba a 1 salto (por ejemplo, primarios) del nodo, e igual a, más larga que, una
30 ventana de contención por defecto de CSMA/CA.

En la operación 802, se calcula una ventana de contención basándose en un algoritmo por defecto, tal como el algoritmo CSMA/CA. Un algoritmo de este tipo puede usarse en redes conocidas, para establecer una ventana de contención de un nodo. En la operación 804, la ventana de contención obtenida a partir del algoritmo CSMA/CA se
35 compara con una o más ventanas de contención tomadas a partir de una lista de ventanas de contención (por ejemplo, la lista 212 de la Figura 2). La lista puede incluir ventanas de contención de los primarios del nodo, vecinos aguas arriba, vecinos a 1 salto y similares. En la operación 806, se selecciona una ventana de contención tan larga como, o más larga que, las ventanas de contención en la comparación de la operación 804. Por consiguiente, el
40 nodo está configurado con una ventana de contención que no es más corta que sus primarios y/o vecinos aguas arriba a 1 salto.

Conclusión

Aunque se ha descrito la materia objeto en lenguaje específico a características estructurales y/o actos
45 metodológicos, se ha de entender que la materia objeto definida en las reivindicaciones adjuntas no está necesariamente limitada a las características específicas o actos descritos. En su lugar, las características específicas y actos se desvelan como formas ejemplares de implementar las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar un tamaño de una ventana de contención (220) en un nodo (102) en una red (100), en el que una ventana de contención es un periodo de tiempo durante el cual un nodo espera para transmitir, tras la interrupción de señales de radiofrecuencia en un canal particular, antes de transmitir, que comprende:

bajo el control de uno o más procesadores (114) en el nodo (102) y configurados con instrucciones ejecutables:

mantener una lista (212), en el que la lista (212) se mantiene en el nodo (102) y comprende un tamaño de una ventana de contención (220) de un nodo primario (102) del nodo (102); establecer una ventana de contención (220) para el nodo (102) para que no sea más corta que una ventana de contención (220) del nodo primario (102) del nodo (102), como se indica mediante la lista (212); y enviar datos al nodo primario (102) del nodo (102), comenzando el envío después de una espera indicada mediante la ventana de contención (220) del nodo (102), en el que:

mantener la lista (212) incluye:

asociar una pluralidad de primarios en la lista (212) con una pluralidad de ventanas de contención (220), respectivamente, y una pluralidad de periodos de tiempo de espera, respectivamente, rigiendo cada periodo de tiempo de espera la expiración de una ventana de contención (220) asociada; y

establecer la ventana de contención (220) incluye:

monitorizar la pluralidad de periodos de tiempo de espera en cuanto a la expiración; y tras la expiración de un periodo de tiempo de espera, usar una ventana de contención por defecto para sustituir una ventana de contención (220) asociada con el periodo de tiempo de espera expirado.

2. El método de la reivindicación 1, en el que:

mantener la lista (212) de tamaños de ventanas de contención (220) comprende:

recibir una publicación desde un nodo raíz (102); y

establecer la ventana de contención (220) comprende:

comprobar la publicación en cuanto a la ventana de contención (220) más larga usada por vecinos a 1 salto aguas arriba del nodo (102); y establecer la ventana de contención (220) para que sea la más larga de:

la ventana de contención (220) más larga usada por vecinos a 1 salto aguas arriba del nodo (102); y una ventana de contención (220) basada en un algoritmo (216) de acceso múltiple por detección de portadora con evitación de colisión (CSMA/CA).

3. El método de la reivindicación 1, en el que establecer la ventana de contención (220) comprende:

calcular una ventana de contención (220) basándose en un algoritmo (216) de acceso múltiple por detección de portadora con evitación de colisión (CSMA/CA); comparar la ventana de contención (220) calculada con una ventana de contención (220) en la lista (212) de tamaños de ventanas de contención (220); y seleccionar la más larga de la ventana de contención (220) calculada y la ventana de contención (220) en la lista (212) de tamaños de ventanas de contención (220).

4. El método de la reivindicación 1, en el que establecer la ventana de contención (220) comprende:

establecer la ventana de contención (220) para que sea más larga que ventanas de contención (220) usadas por vecinos a 1 salto aguas arriba del nodo (102).

5. El método de la reivindicación 1, en el que establecer la ventana de contención (220) comprende:

expirar una ventana de contención (220) de la lista (212) de acuerdo con su periodo de tiempo de espera; y establecer la ventana de contención (220) del nodo (102) para que no sea más corta que los primarios del nodo (102) usando porciones no expiradas de la lista (212) como entrada.

6. El método de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

intercambiar paquetes de RTS (304) y de CTS (306) con vecinos del nodo (102); e incluir un tamaño de la ventana de contención (220) en el intercambio.

7. El método de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

recibir datos desde un nodo secundario (102) del nodo (102), en el que los datos se reciben en un canal tras un periodo de tiempo después de que el canal se quedara libre, siendo el periodo de tiempo más largo que la ventana de contención (220) del nodo (102);

en el que enviar datos al nodo primario (102) del nodo (102) incluye enviar en un segundo canal tras un segundo periodo de tiempo después de que el segundo canal se quedara libre, siendo el segundo periodo de tiempo más largo que una ventana de contención (220) anunciada del nodo primario (102).

8. El método de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

anunciar un tamaño de la ventana de contención (220) del nodo (102) a vecinos a 1 salto del nodo (102); y recibir datos desde un nodo (102) vecino a 1 salto aguas abajo en un canal, en el que los datos se recibieron tras un periodo de tiempo después de que el canal se quedara libre, siendo el periodo de tiempo más largo que el tamaño de ventana de contención (220) anunciado.

9. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, implementado en un medio legible por ordenador.

10. Un nodo (102) en una red (100), que comprende:

un procesador (114);
 memoria (116), en comunicación con el procesador (114);
 una lista (212), definida en la memoria (116) y que incluye indicaciones de un primario del nodo (102), un tamaño de una ventana de contención (220) asociada con el primario, y un tiempo de espera asociado con la ventana de contención (220);
 un temporizador (214) para gestionar los tiempos de espera en la lista (212);
 un módulo de cálculo de tamaño de ventana de contención (218), definido en la memoria (116) y configurado para calcular un tamaño de una ventana de contención (220) del nodo (102), usando como entrada:

un algoritmo (216) de acceso múltiple por detección de portadora con evitación de colisión (CSMA/CA); y datos de la lista (212);

en el que el tamaño de la ventana de contención (220) del nodo (102) se determina comparando la entrada; y un gestor de ventana de contención definido en la memoria (116) y configurado para anunciar, en mensajes a vecinos, el tamaño de la ventana de contención del nodo (102), según se calcula mediante el módulo de cálculo de tamaño de ventana de contención (218), en el que el tamaño de la ventana de contención (220) del nodo (102) no es más corto que la ventana de contención (220) del primario del nodo (102);

y en el que una ventana de contención es un periodo de tiempo durante el cual un nodo espera para transmitir, tras la interrupción de señales de radiofrecuencia en un canal particular, antes de transmitir, en el que el módulo de cálculo de tamaño de ventana de contención (218) está configurado adicionalmente para:

asociar una pluralidad de primarios en la lista (212) con una pluralidad de periodos de tiempo de espera, respectivamente, rigiendo cada periodo de tiempo de espera la expiración de una ventana de contención (220) asociada;

monitorizar la pluralidad de periodos de tiempo de espera en cuanto a la expiración; y tras la expiración de un periodo de tiempo de espera de entre la pluralidad de periodos de tiempo de espera, usar una ventana de contención por defecto para sustituir una ventana de contención (220) asociada con el periodo de tiempo de espera expirado.

11. El nodo (102) de la reivindicación 10, en el que el módulo de cálculo de tamaño de ventana de contención (218) está configurado adicionalmente para:

calcular una ventana de contención (220) basándose en un algoritmo (216) de CSMA/CA;
 mantener la lista (212) usando una publicación desde un nodo raíz (102);
 comparar la ventana de contención (220) calculada con una ventana de contención (220) en la lista (212); y seleccionar la más larga de la ventana de contención (220) calculada y la ventana de contención (220) en la lista (212).

12. El nodo (102) de la reivindicación 10, en el que el módulo de cálculo de tamaño de ventana de contención (218) está configurado adicionalmente para:

5 calcular el tamaño de la ventana de contención (220) del nodo (102) basándose en parte en una indicación de un tamaño de una ventana de contención (220) desde una raíz de la red (100), si la raíz está ubicada a 1 salto aguas arriba del nodo (102), en el que la indicación del tamaño de la ventana de contención (220) desde la raíz se basa en parte en indicaciones de tamaños de ventanas de contención (220) enviadas a otros vecinos a 1 salto de la raíz.

10 13. El nodo (102) de la reivindicación 10, en el que el gestor de ventana de contención está configurado adicionalmente para:

15 anunciar el tamaño de la ventana de contención (220) a vecinos aguas abajo a 1 salto del nodo (102);
 en el que se reciben datos desde un vecino a 1 salto aguas abajo en un canal tras un periodo de tiempo después de que el canal se quedara libre, siendo el periodo de tiempo mayor que el tamaño de ventana de contención (220) anunciado.

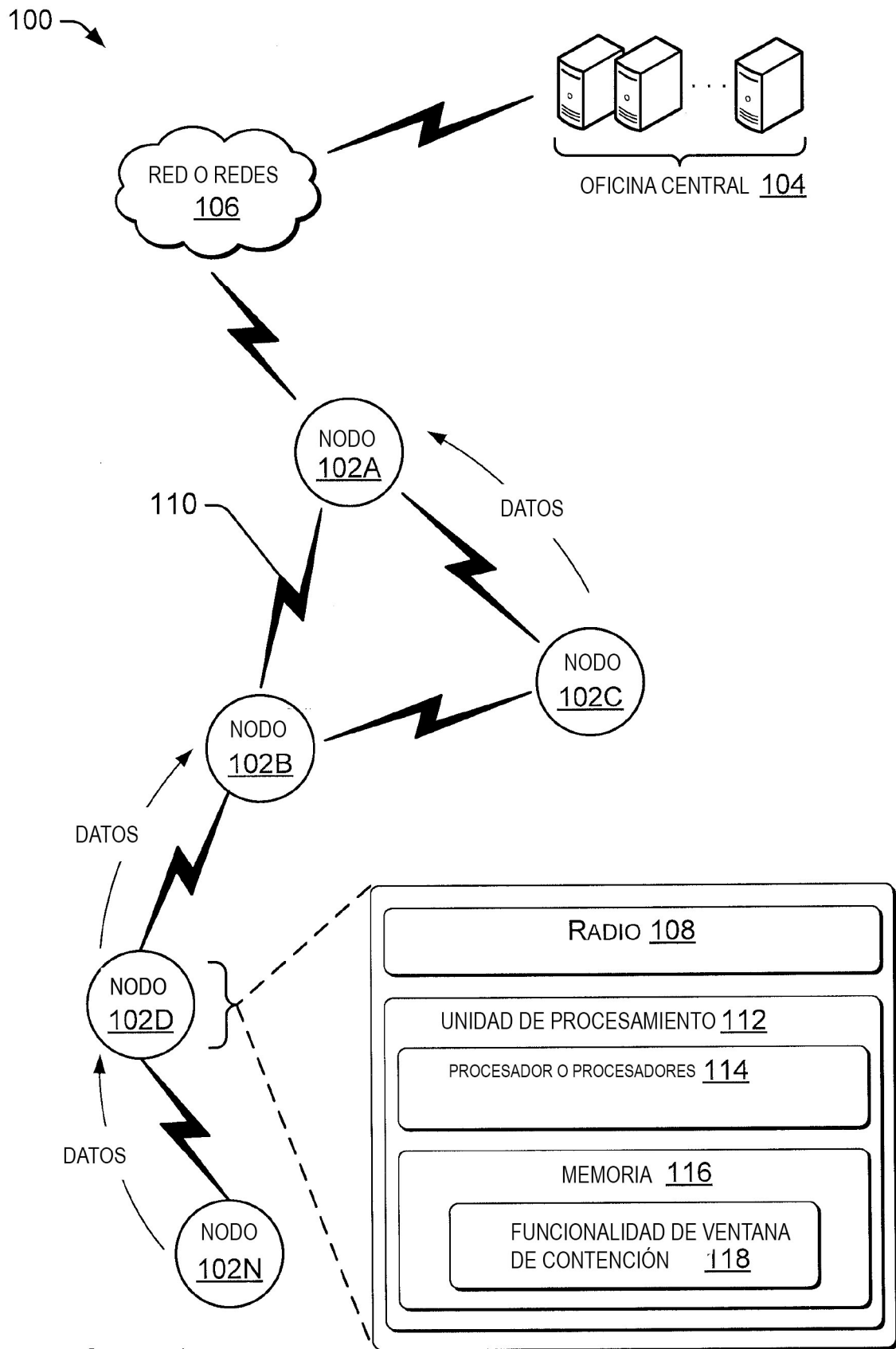


FIG. 1

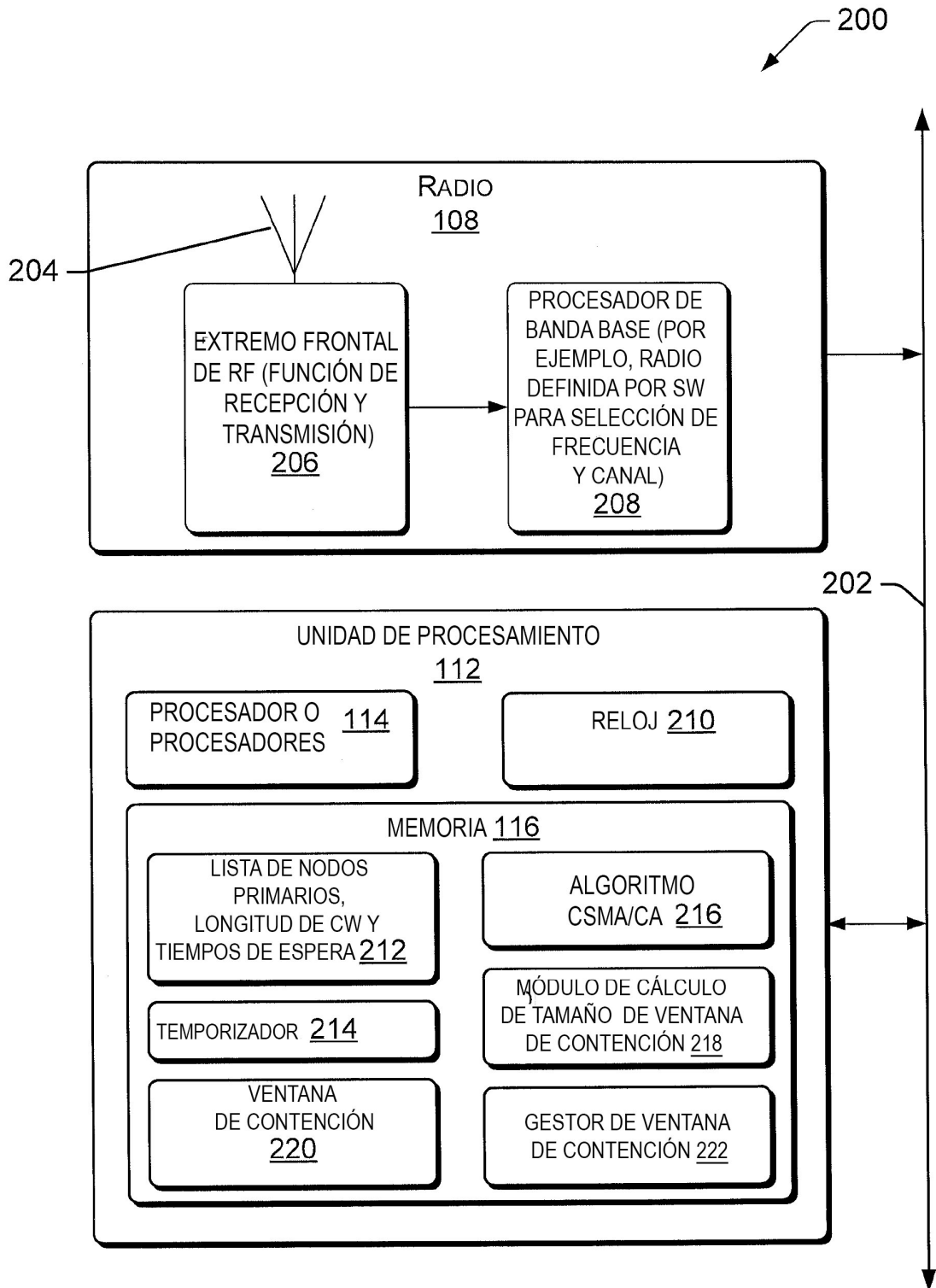


FIG. 2

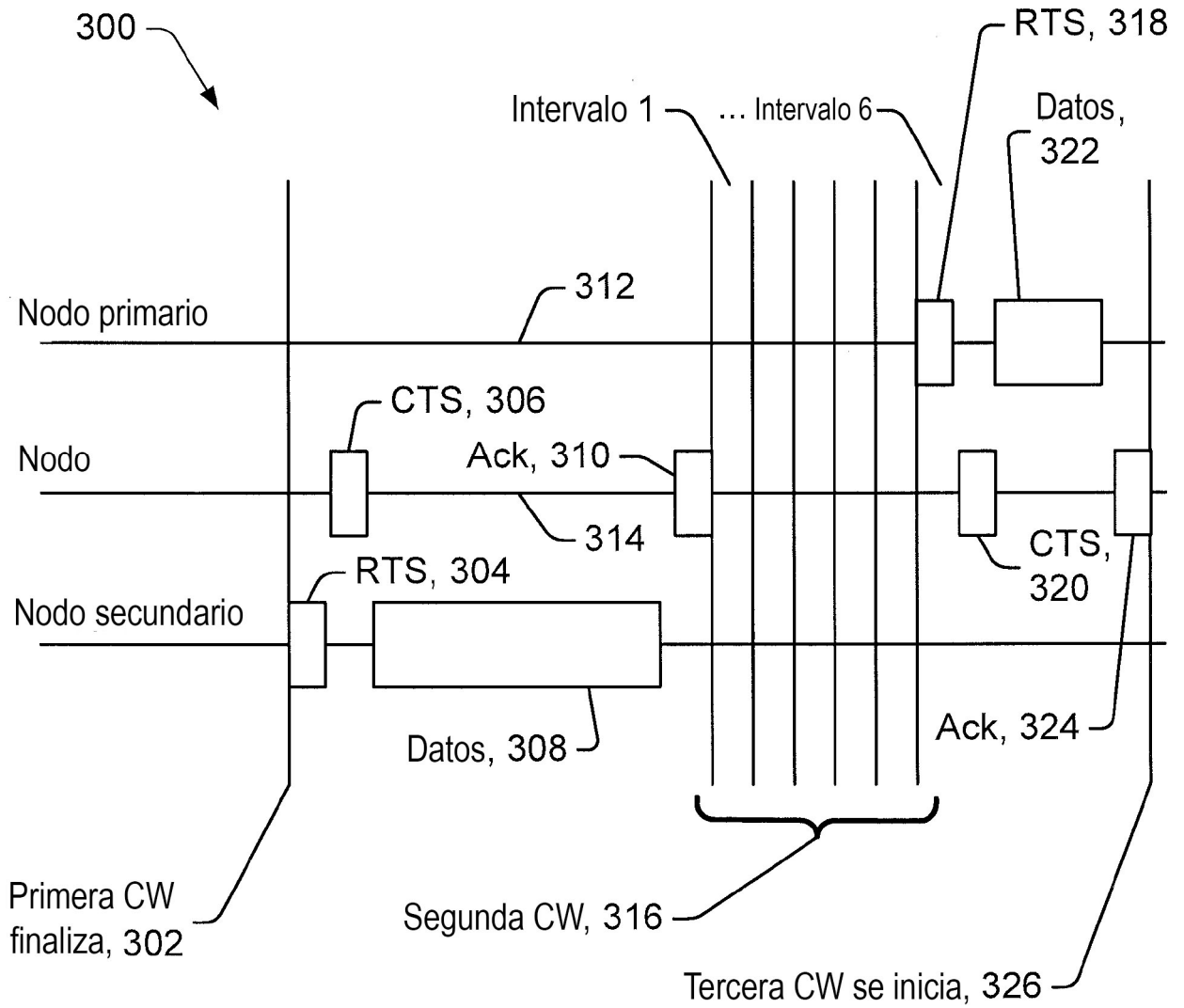


FIG. 3

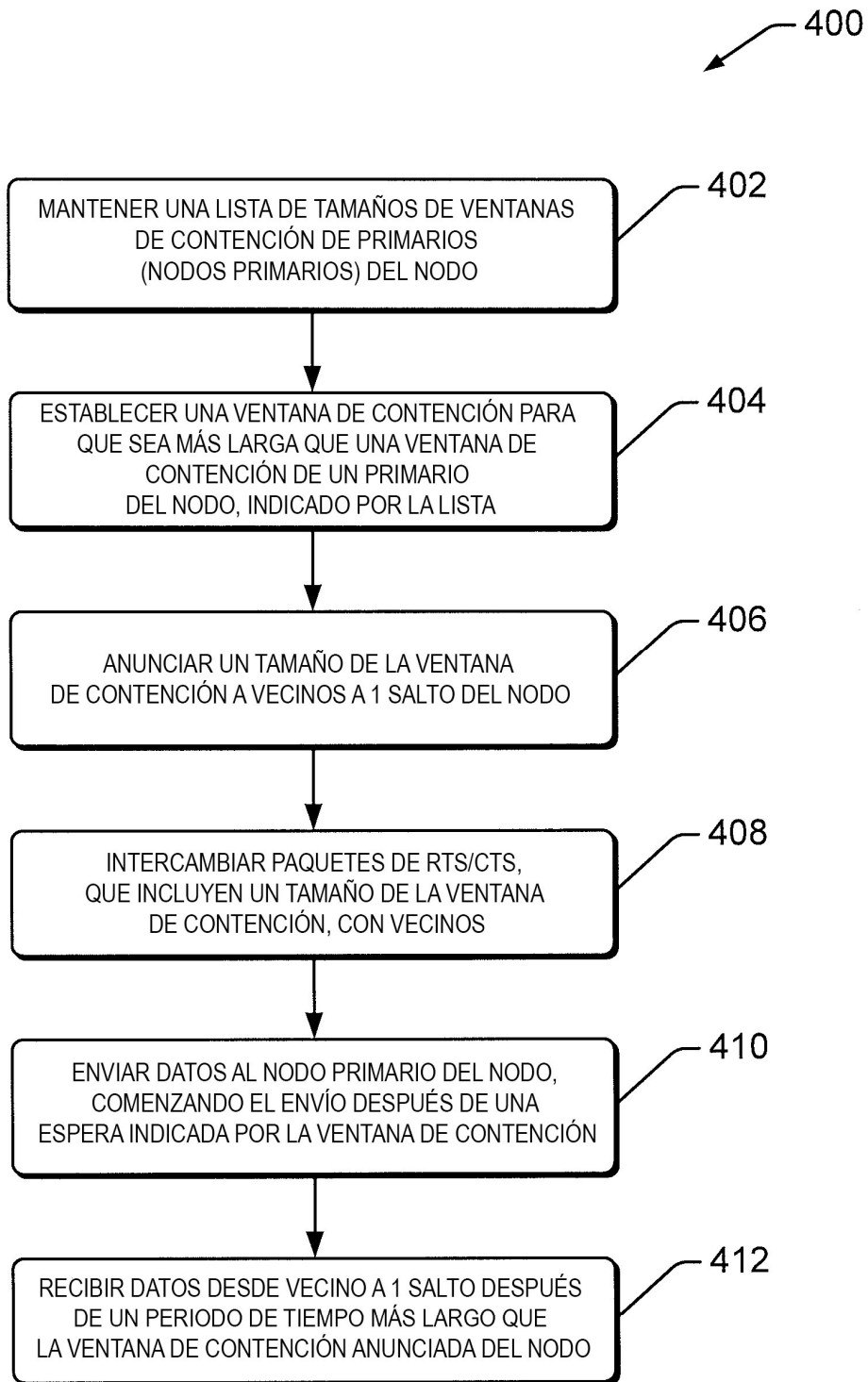


FIG. 4

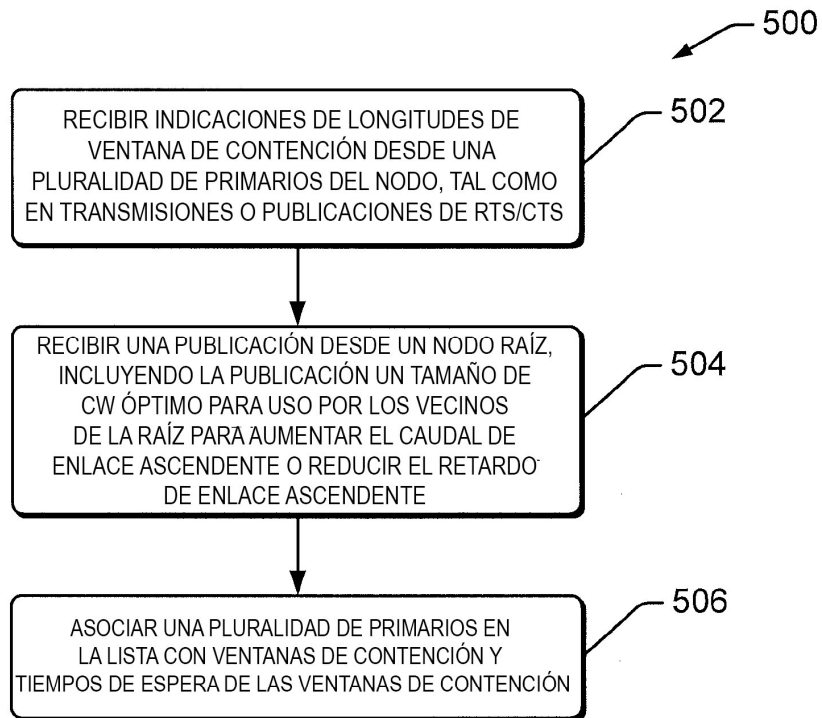


FIG. 5

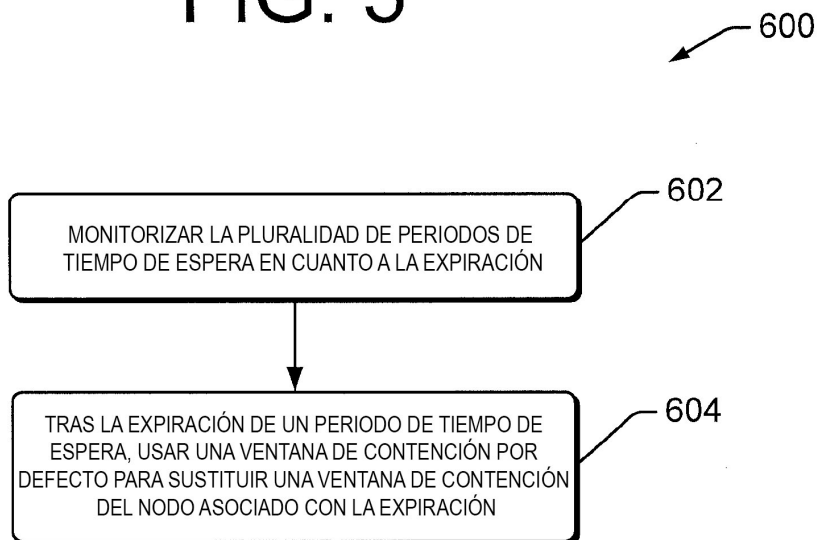


FIG. 6

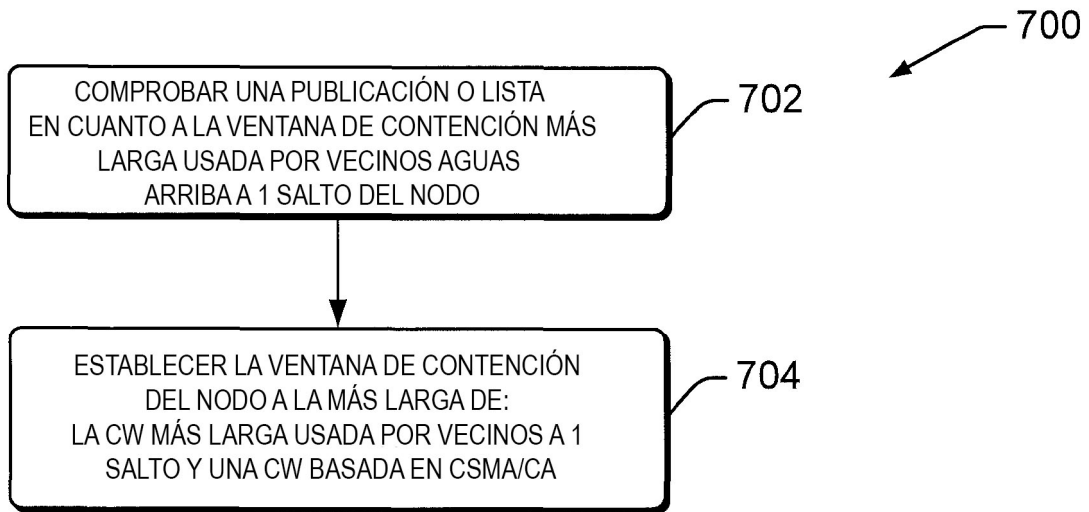


FIG. 7

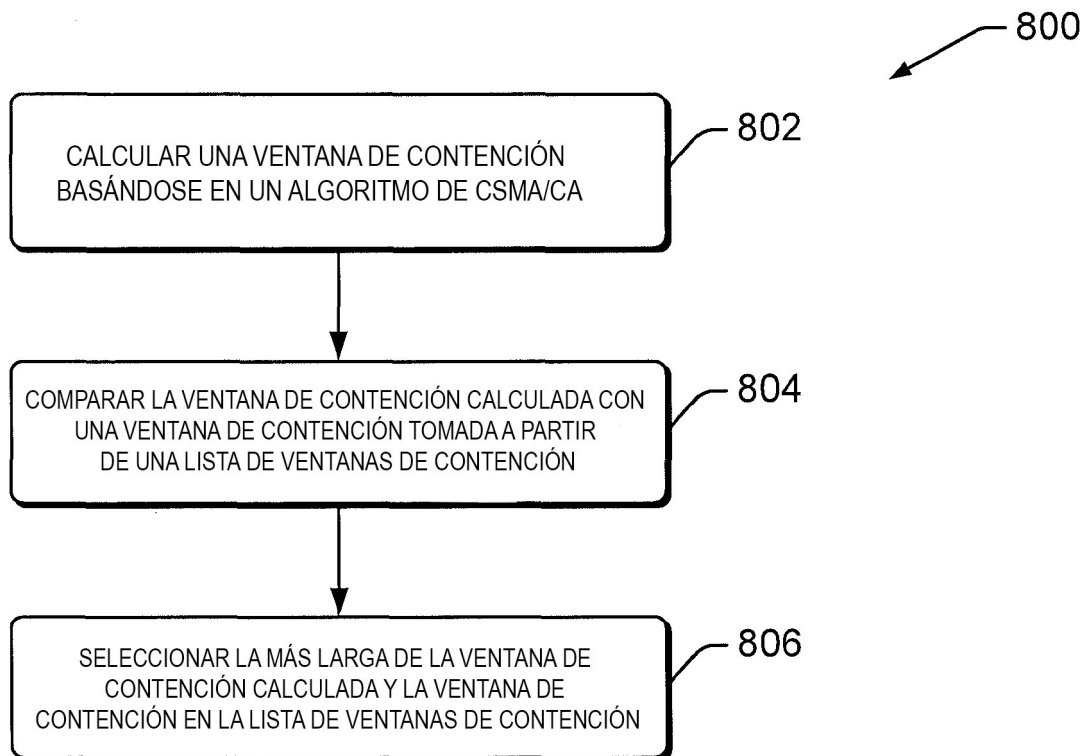


FIG. 8