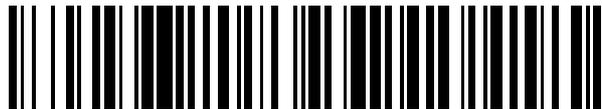


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 572 453**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/701** (2013.01)

**H04L 1/00** (2006.01)

**H04L 5/14** (2006.01)

**H04L 1/18** (2006.01)

**H04W 72/08** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2011 E 11188908 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.02.2016 EP 2592891**

54 Título: **Comunicación multicanal, multimodulación y multivelocidad con un transceptor de radio**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**31.05.2016**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**NGUYEN, VIET HUNG;  
BARTIER, JEROME;  
MAINAUD, BASTIEN;  
MONIER, FABRICE;  
POPA, DANIEL y  
VAN WYK, HARTMAN**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 572 453 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

Comunicación multicanal, multimodulación y multivelocidad con un transceptor de radio

### Antecedentes

5 Las redes inalámbricas son configuradas para muchos propósitos. Pueden ser configuradas en pequeñas áreas, tales como una residencia, o en áreas más grandes tales como una red de extensión empresarial. En algunos casos, las redes inalámbricas se extienden sobre ciudades, estados y continentes enteros, y sobre el planeta.

10 En general, las redes inalámbricas incluyen una pluralidad de nodos que se comunican entre sí por un mismo canal inalámbrico (por ejemplo, un intervalo de frecuencia predefinido). La comunicación incluye a menudo transferir (por ejemplo transmitir) grandes cantidades de datos entre dos o más nodos. En algunas ocasiones, dos o más de la pluralidad de nodos desean comunicarse por el canal a la vez.

En estas redes, uno o varios de la pluralidad de nodos son forzados a menudo a esperar para comunicarse por la red. Por ejemplo, debido a un número de canales limitado, un nodo puede ser forzado a transferir datos después de que otro nodo haya terminado de comunicarse por el canal. Este periodo de espera puede alargarse cuando el otro nodo está transfiriendo una gran cantidad de datos que requieren más tiempo de comunicación.

15 Hay una necesidad creciente de transferir datos en una red inalámbrica de una manera eficiente.

El documento US2008/144493A1 describe un método denominado método de gestión de interferencias con capacidad de evolución (EIM, del inglés "Evolvable Interference Management") para evitar/impedir interferencias y colisiones y para incrementar el caudal de tráfico de la red y la eficiencia energética en redes inalámbricas.

### Sumario

20 De acuerdo con un aspecto, se proporciona un método para transferir datos según la reivindicación 1.

De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un sistema según la reivindicación 12.

### Breve Descripción De Los Dibujos

25 La descripción detallada se refiere a las figuras adjuntas. En las figuras, el (los) dígito(s) más a la izquierda de un número de referencia identifica(n) la figura en la cual el número de referencia aparece primero. El uso de los mismos números de referencia en diferentes figuras indica elementos similares o idénticos.

La figura 1 ilustra una arquitectura a modo de ejemplo en la cual pueden ser implementadas técnicas aquí descritas.

La figura 2 ilustra un canal de control a modo de ejemplo y canales de datos a modo de ejemplo que pueden ser utilizados para transferir datos entre nodos de una red.

30 La figura 3 ilustra un proceso de saltos de frecuencia a modo de ejemplo para hacer saltar de frecuencia un canal de control sobre una pluralidad de canales.

La figura 4 ilustra una trama de solicitud de envío a modo de ejemplo que puede ser comunicada para solicitar el envío de datos a un nodo.

La figura 5 ilustra una trama de disponibilidad para envío a modo de ejemplo que puede ser comunicada para indicar que pueden ser enviados datos a un nodo.

35 La figura 6 ilustra un proceso a modo de ejemplo que consiste en enviar un primer mensaje a través de un canal de control que indica una solicitud de envío de datos, recibir un segundo mensaje que indica un canal de datos particular, y enviar los datos a través del canal de datos particular.

40 La figura 7 ilustra un proceso a modo de ejemplo que consiste en recibir un primer mensaje a través de un canal de control que indica una solicitud de envío de datos, enviar un segundo mensaje a través del canal de control que indica un canal de datos particular que ha sido determinado, y recibir datos a través del canal de datos particular.

### Descripción Detallada

45 Esta exposición describe técnicas para transferir (por ejemplo, transmitir) datos sobre una red que tiene múltiples nodos, incluyendo al menos unos nodos primero y segundo. En implementaciones particulares, las técnicas pueden ser implementadas en una red multicanal en la cual un canal físico es dividido en un canal de control y múltiples canales de datos. Los nodos primero y segundo pueden comunicar uno o más mensajes a través del canal de control que indican un canal de datos particular de entre los múltiples canales de datos que puede ser utilizado para transferir datos entre los nodos primero y segundo. El o los mensajes pueden indicar también una técnica de modulación y/o una velocidad de datos que pueden ser utilizadas cuando los datos son transferidos. En algunos

casos, cada uno del conjunto de uno o varios mensajes es más corto en longitud que los datos (es decir, cada uno del conjunto de uno o varios mensajes incluye menos bits y/o bytes que los datos).

El primer nodo y/o el segundo nodo pueden determinar el canal de datos particular que será utilizado para transferir datos sobre la base al menos en parte del o de los mensajes. El primer nodo y/o el segundo nodo pueden determinar también la técnica de modulación y/o la velocidad de datos que serán utilizadas. El primer nodo y/o el segundo nodo pueden conmutar al canal de datos particular sobre la base de la determinación. El primer nodo puede entonces enviar los datos al segundo nodo a través del canal de datos particular. En algunos casos, los datos son enviados a través del canal de datos particular sobre la base al menos en parte de la técnica de modulación y/o la velocidad de datos determinadas. El primer nodo y/o el segundo nodo pueden conmutar de vuelta al canal de control una vez transferidos los datos. En algunas ocasiones, el primer nodo y/o el segundo nodo incluyen cada uno un único transceptor de radiofrecuencia configurado para implementar una pluralidad de técnicas de modulación y/o velocidades de datos diferentes.

Las técnicas aquí descritas pueden permitir transferir datos de una manera eficiente. Por ejemplo, especificando un canal de control y múltiples canales de datos, los nodos pueden comunicarse a través del canal de control mientras que otros nodos transfieren datos a través de un canal de datos. Adicionalmente, especificando múltiples canales de datos, un primer conjunto de nodos pueden transferir datos a través de un primer canal de datos mientras que un segundo conjunto de nodos transfieren datos a través de un segundo canal de datos. Esto puede permitir que una red incremente el caudal de tráfico de datos en comparación con técnicas que utilizan un único canal. Además, en algunas ocasiones, un nodo puede comunicarse a través de un único transceptor de radiofrecuencia configurado para implementar una pluralidad de técnicas de modulación y/o velocidades de datos diferentes. Además, comunicando mensajes cortos por un canal de control y transfiriendo datos largos por un canal de datos, más nodos pueden comunicarse a través del canal de control en comparación con técnicas que utilizan un único canal para comunicar mensajes cortos y datos largos.

Las secciones posteriores son ejemplos proporcionados por conveniencia para el lector y no están destinados a limitar el alcance de las reivindicaciones, ni las secciones precedentes. Además, las técnicas descritas en detalle a continuación pueden ser implementadas en un número de modos y en un número de contextos. Una implementación y un contexto a modo de ejemplo son proporcionados con referencia a las figuras siguientes, como se describe posteriormente en más detalle. Sin embargo, la implementación y el contexto siguientes no son más que unos entre muchos.

### Arquitectura Ilustrativa

La figura 1 ilustra una arquitectura 100 a modo de ejemplo en la cual pueden ser implementadas técnicas aquí descritas. La arquitectura 100 incluye una pluralidad de nodos 102-108 acoplados comunicativamente entre sí a través de rutas de comunicación 110-116. Aquí, los nodos 102-108 están también configurados para comunicar con una central 118 a través de una red (redes) 120.

Cada uno de los nodos 102-108 puede ser implementado como uno de entre una variedad de dispositivos de computación convencionales, tales como por ejemplo contadores inteligentes (por ejemplo, contadores de electricidad, gas, y/o agua equipados con comunicaciones bidireccionales), sensores (por ejemplo, sensores de temperatura, estaciones meteorológicas, sensores de frecuencia, etc.), dispositivos de control, enrutadores, reguladores, servidores, relés, conmutadores, válvulas, o una combinación de ellos. En algunas ocasiones, los nodos 102-108 forman parte de una o más redes, tales como redes de área de enrutamiento autónomo (ARA, del inglés "Autonomous Routing Area"), tales como una red de área local (LAN, del inglés "Local Area Network"), red de área personal (PAN, del inglés "Personal Area Network"), red de área doméstica (HAN, del inglés "Home Area Network"), red de área vecinal (NAN, del inglés "Neighborhood Area Network"), red de área extensa (WAN, del inglés "Wide Area Network"), red de área metropolitana (MAN, del inglés "Metropolitan Area Network"), etc. Además, en algunos aspectos de esta exposición, los nodos 102-108 son implementados en un entorno de red en malla en el que los nodos 102-108 transfieren datos entre sí.

El nodo 102 es representativo de cada uno de los nodos 102-108 e incluye una radio 122 y una unidad de procesamiento 124. La radio 122 puede comprender un transceptor de radiofrecuencia (RF) configurado para transmitir y/o recibir señales RF a través de uno o varios de una pluralidad de canales. En algunas ocasiones, la radio 122 puede implementar uno o más de una pluralidad de diferentes técnicas de modulación, velocidades de datos (es decir, velocidades de bits), protocolos, intensidades de señal, y/o niveles de potencia. En algunas implementaciones, la radio 122 comprende un único transceptor RF configurado para implementar una pluralidad de diferentes técnicas de modulación, velocidades de datos, protocolos, intensidades de señal, y/o niveles de potencia.

Además, en algunas implementaciones, la radio 122 utiliza una técnica de modulación y/o una velocidad de datos asociadas a un estándar definido previamente. En algunas ocasiones, la técnica de modulación y/o la velocidad de datos están asociadas a un estándar definido por el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE, del inglés "Institute of Electrical and Electronics Engineering"), tal como el estándar IEEE 802.11, el estándar IEEE 802.15, etc. En un ejemplo, la técnica de modulación y/o la velocidad de datos son seleccionadas de la siguiente lista no exhaustiva:

- Modulación de codificación por desplazamiento de frecuencia (FSK, del inglés "Frequency Shift Keying") con una velocidad de datos de 50 o 150 kbps; un espaciado de canal de 200 o 400 kHz; y/o un primer canal que empieza a 902,2 o 902,4 MHz. La modulación FSK puede utilizar corrección de errores sin canal de retorno con código de convolución (FEC, del inglés "Forward Error Correction").
- 5• Multiplexación por división en frecuencias ortogonales (OFDM, del inglés "Orthogonal Frequency-Division Multiplexing") con modulaciones físicas de codificación binaria por desplazamiento de fase (BPSK, del inglés "Binary Phase-Shift Keying"), codificación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK, del inglés "Quadrature Phase-Shift Keying"), y/o modulación de amplitud en cuadratura (QAM, del inglés "Quadrature Amplitude Modulation") (por ejemplo, 16-QAM); una velocidad de datos de 50, 100, 200, 300, 400, 600 u 800 kbps; y/o un espaciado de canal de 10 400 u 800 kHz. La modulación OFDM puede utilizar corrección FEC con convolución con una tasa de codificación de 1/2 o 3/4.
- Modulación de espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS, del inglés "Direct-Sequence Spread Spectrum") con una modulación física de codificación por desplazamiento de fase en cuadratura con compensación (O-QPSK, del inglés "Offset QPSK"); una velocidad de datos de 31,25, 125, 250 o 500 kbps; y/o un diseño de canal basado en un estándar previamente definido, tal como el estándar 802.15.4. La modulación DSSS puede utilizar 15 corrección FEC con convolución.

Además, en implementaciones adicionales, la radio 122 puede utilizar una técnica de modulación adaptada. En un ejemplo, la técnica de modulación adaptada está asociada a una velocidad de datos de 6 o 10 kbps.

20 La radio 122 incluye una antena (no ilustrada en la figura 1) que proporciona datos de entrada a una unidad frontal RF 126. La unidad frontal RF 126 puede proporcionar funciones de transmisión y/o recepción. La unidad frontal RF 126 puede incluir componentes analógicos y/o de hardware de alta frecuencia que proporcionan funcionalidad, tales como señales de sintonización y/o atenuación proporcionadas por la antena y obtenidas de uno o varios de los nodos 104-108. La unidad frontal RF 126 puede proporcionar una señal a un procesador de banda base 128.

25 Todo el o parte del procesador de banda base 128 puede estar configurado como una radio definida por software (SW). En un ejemplo, el procesador de banda base 128 proporciona funcionalidad de selección de frecuencias y/o canales a la radio 122. La radio definida por SW puede incluir componentes que pueden ser implementados alternativamente usando componentes analógicos. Por ejemplo, la radio definida por SW puede incluir mezcladores, filtros, amplificadores, moduladores y/o demoduladores, detectores, etc., implementados en software ejecutado por un procesador o un circuito integrado para aplicaciones específicas (ASIC, del inglés "Application Specific Integrated Circuit") u otro(s) dispositivo(s) de computación empotrado(s). La radio definida por SW puede utilizar un(os) 30 procesador(es) 130 y software definido o almacenado en la memoria 132.

35 Entretanto, la unidad de procesamiento 124 puede incluir el (los) procesador(es) 130 acoplados comunicativamente a la memoria 132. La unidad de procesamiento 124 puede incluir también un reloj 134 configurado para mantener un tiempo. El reloj 134 puede estar configurado también para proporcionar uno o varios temporizadores de cuenta adelante o cuenta atrás. Tales temporizadores pueden ser usados para hacer saltar de frecuencia un canal de control y/o de datos.

40 La memoria 132 puede estar configurada para almacenar uno o varios módulos de software y/o firmware, que son ejecutables en el (los) procesador(es) 130 para implementar diversas funcionalidades. Mientras que los módulos son descritos aquí como software y/o firmware ejecutable en un procesador, en otras realizaciones, uno o cualquiera de los módulos pueden ser implementados en todo o en parte por hardware (por ejemplo, tal como un circuito ASIC, una unidad de procesamiento especializada, etc.) que ejecuta las funciones o instrucciones descritas.

45 En la realización de la figura 1, la memoria 132 incluye un módulo de comunicación 136, un módulo de determinación de canal 138, y un módulo de conmutación 140. El módulo de comunicación 136 puede provocar que uno o varios mensajes y/o datos sean enviados y/o recibidos a través de un canal, tal como un canal de datos o de control. El módulo de determinación de canal 138 puede determinar el canal a utilizar para enviar y/o recibir el o los mensajes y/o datos. El módulo de conmutación 140 puede provocar que el canal sea conmutado. La memoria 132 puede incluir también una función de saltos de frecuencia 142 utilizada al hacer saltar de frecuencia un canal, tal como un canal de datos o un canal de control.

50 La memoria 132 puede comprender medios legibles por ordenador y puede tomar la forma de una memoria volátil, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM, del inglés "Random Access Memory") y/o una memoria no volátil, tal como una memoria de sólo lectura (ROM, del inglés "Read Only Memory") o una memoria flash. Medios legibles por ordenador incluyen medios volátiles y no volátiles, extraíbles y no extraíbles, implementados con cualquier método o tecnología para el almacenamiento de información tal como instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa, u otros datos para ejecución por uno o más procesadores de un dispositivo de computación. Ejemplos de medios legibles por ordenador incluyen, pero no están limitados a, memoria de cambio de fase (PRAM, del inglés "Phase change RAM"), memoria de acceso aleatorio estática (SRAM, del inglés "Static RAM"), memoria de acceso aleatorio dinámica (DRAM, del inglés "Dynamic RAM"), otros tipos de 55 memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de sólo lectura (ROM), memoria de sólo lectura programable y

borrable eléctricamente (EEPROM, del inglés “Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory”), memoria flash u otra tecnología de memoria, memoria de sólo lectura de disco compacto (CD-ROM, del inglés “Compact Disc-ROM”), discos versátiles digitales (DVD, del inglés “Digital Versatile Disk”) u otro almacenamiento óptico, cassetes magnéticos, cinta magnética, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio de no transmisión que pueda ser usado para almacenar información para acceso mediante un dispositivo de computación. Tal como están definidos aquí, los medios legibles por ordenador no incluyen medios de comunicación, tales como señales de datos moduladas u ondas portadoras.

En algunas implementaciones, es transferida información (por ejemplo, un mensaje, datos, etc.) en la arquitectura 100 por medio de una unidad de datos de protocolo (PDU, del inglés “Protocol Data Unit”). Una unidad PDU puede estar basada al menos en concepto en, por ejemplo, el modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI, del inglés “Open Systems Interconnection”) y puede comprender, por ejemplo, un bit, una trama, un paquete, un segmento, etc. En algunas ocasiones, una o varias capas del modelo OSI son utilizadas para transferir una o varias unidades PDU entre nodos. Por ejemplo, la capa de enlace de datos del modelo OSI puede ser utilizada para transferir unidades PDU entre dos o más de los nodos 102-108 en la arquitectura 100. En implementaciones particulares, la subcapa de control de acceso al medio (MAC, del inglés “Media Access Control”) de la capa de enlace de datos es utilizada para transferir unidades PDU entre dos o más de los nodos 102-108. Además, en algunas implementaciones, puede ser utilizado un método de acceso para transferir unidades PDU, tal como el método de acceso múltiple por detección de portadora con evitación de colisiones (CSMA/CA, del inglés “Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance”), por ejemplo.

Por facilidad de ilustración, la siguiente descripción se referirá a transferencia de información en el contexto de transferencia de unidades PDU. Tal como es usado aquí, el término “unidad PDU de mensaje” se refiere en general a una unidad PDU asociada a controlar y/o dirigir la transferencia de datos. La unidad PDU de mensaje puede especificar, por ejemplo, un canal de datos que puede ser utilizado para transferir los datos, una técnica de modulación que puede ser utilizada en el canal de datos, y/o una velocidad de datos que puede ser utilizada en el canal de datos. En algunas ocasiones, la unidad PDU de mensaje puede estar asociada a un estándar IEEE (por ejemplo, IEEE 802.11, 802.15.4, etc.). Aquí, la unidad PDU de mensaje puede comprender, por ejemplo, una unidad PDU de solicitud de envío (RTS, del inglés “Request-To-Send”), una unidad PDU de disponibilidad para envío (CTS, del inglés “Clear-To-Send”), una unidad PDU de no disponibilidad para envío (NCTS, del inglés “Non-Clear-To-Send”), etc.

Entretanto, el término “unidad PDU de datos” es usado aquí para referirse en general a una unidad PDU asociada a datos que son transferidos. Por ejemplo, una unidad PDU de datos puede incluir datos que son generados en y/o proporcionados a un nodo para ser transferidos a otro nodo. En algunas ocasiones, una unidad PDU de datos puede estar asociada a un estándar IEEE (por ejemplo, IEEE 802.11, 802.15.4, etc.). Aquí, la unidad PDU de datos puede comprender, por ejemplo, datos de unidifusión y/o datos de multidifusión. En algunas ocasiones, una unidad PDU de datos puede incluir la misma o similar información que la incluida en una unidad PDU de mensaje.

Una unidad PDU de mensaje opera generalmente en combinación con una unidad PDU de datos. Por ejemplo, una unidad PDU de mensaje puede ser transferida por un canal de control para solicitar que una unidad PDU de datos sea transferida por un canal de datos. En algunas ocasiones, una unidad PDU de datos es transferida por un canal de datos cuando una unidad PDU de mensaje es de longitud más corta que la unidad PDU de datos. Es decir, la unidad PDU de mensaje incluye menos bits y/o bytes que la unidad PDU de datos. En otras ocasiones, una unidad PDU de datos es transferida por un canal de control cuando una unidad PDU de mensaje es de igual o mayor longitud que la unidad PDU de datos. Aquí, la unidad PDU de datos puede ser transferida sin transferir una unidad PDU de mensaje.

En la figura 1, la ruta de comunicación 110 es representativa de las rutas de comunicación 112-116 e incluye una pluralidad de canales etiquetados con 1-N. Cada uno de la pluralidad de canales puede estar definido por un intervalo de frecuencia que es el mismo o diferente para cada uno de la pluralidad de canales. En algunas ocasiones, la pluralidad de canales comprende canales RF. Como se ilustra, la pluralidad de canales puede comprender un canal de control 144 y múltiples canales de datos 146. En algunas ocasiones, el canal de control 144 es utilizado para comunicar una o varias unidades PDU de mensaje entre nodos para especificar uno de los canales de datos 146 a utilizar para transferir una o varias unidades PDU de datos. Entretanto, los canales de datos 146 pueden ser utilizados para transferir la o las unidades PDU de datos entre los nodos.

En algunas implementaciones, cada uno de los nodos 102-108 divide la ruta de comunicación 110 en el canal de control 144 y los múltiples canales de datos 146. Por ejemplo, la subcapa MAC implementada en cada uno de los nodos 102-108 puede dividir un número total de canales RF físicos de la ruta de comunicación 110 en el canal de control 144 y los múltiples canales de datos 146.

La(s) red(es) 120, entretanto, pueden comprender una red inalámbrica o de cable, o una combinación de ambas. La(s) red(es) 120 pueden ser una colección de redes individuales interconectadas entre sí y que funcionan como una única gran red (por ejemplo, Internet o una intranet). Ejemplos de tales redes individuales incluyen, pero no están limitadas a, redes PAN, HAN, LAN, WAN y MAN. Además, las redes individuales pueden ser redes inalámbricas o de cable, o una combinación de ambas.

La central 118 puede estar implementada mediante uno o varios dispositivos de computación, tales como servidores, ordenadores personales, ordenadores portátiles, etc. El o los dispositivos de computación pueden estar equipados con uno o varios procesador(es) acoplado(s) comunicativamente a la memoria. En algunos ejemplos, la central 118 incluye un sistema de gestión de datos de contador centralizado, que realiza procesamiento, análisis, almacenamiento, y/o gestión de datos recibidos desde uno o varios de los nodos 102-108. Por ejemplo, la central 118 puede procesar, analizar, almacenar, y/o gestionar datos obtenidos de un contador inteligente, sensor, dispositivo de control, enrutador, regulador, servidor, relé, conmutador, válvula, y/u otros nodos. Aunque el ejemplo de la figura 1 ilustra la central 118 en un único lugar, en algunos ejemplos la central 118 puede estar distribuida entre múltiples lugares y/o puede ser eliminada completamente (por ejemplo, en el caso de una plataforma de computación distribuida altamente descentralizada).

La figura 2 ilustra un entorno 200 a modo de ejemplo para transferir una o varias unidad(es) PDU de mensaje y/o unidad(es) PDU de datos entre un primer nodo 202 y un segundo nodo 204. Los nodos primero y segundo 202 y 204 pueden ser similares a o iguales que los nodos 102-108 de la figura 1. Aquí, el primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204 pueden transferir la o las unidad(es) PDU de mensaje y/o unidad(es) PDU de datos a través de un canal de control 206 y/o canales de datos 208-212.

En un ejemplo, el primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204 esperan por el canal de control 206 una unidad PDU de mensaje que solicite al primer nodo 202 y/o al segundo nodo 204 que intercambien información (por ejemplo, una unidad PDU de mensaje, una unidad PDU de datos, etc.). El primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204 pueden escuchar el canal de control 206 sintonizando una frecuencia asociada al canal de control 206. El canal de control 206 puede ser estático o saltar de acuerdo con un patrón de saltos de frecuencia predefinido.

Cuando el primer nodo 202, por ejemplo, desea transferir una unidad PDU de datos al segundo nodo 204, el primer nodo 202 puede enviar una unidad PDU de primer mensaje al segundo nodo 204 a través del canal de control 206. La unidad PDU de primer mensaje puede indicar una solicitud de envío de una unidad PDU de datos desde el primer nodo 202 al segundo nodo 204. La unidad PDU de primer mensaje puede comprender, por ejemplo, una unidad PDU RTS. En respuesta, el segundo nodo 204 puede enviar una unidad PDU de segundo mensaje al primer nodo 202 a través del canal de control 206, indicando que el primer nodo 202 puede enviar la unidad PDU de datos al segundo nodo 204. El segundo mensaje puede comprender, por ejemplo, una unidad PDU CTS.

En algunas ocasiones, el primer nodo 202 puede enviar la unidad PDU de primer mensaje múltiples veces. Aquí, el primer nodo 202 puede enviar la unidad PDU de primer mensaje sobre la base de una primera técnica de modulación. Si no es recibida una respuesta (por ejemplo, la unidad PDU de segundo mensaje) desde el segundo nodo 204 en un periodo de tiempo predeterminado, el primer nodo 202 puede enviar la unidad PDU de primer mensaje de nuevo sobre la base de una segunda técnica de modulación (por ejemplo, una técnica de modulación diferente a la primera técnica de modulación) y/o un canal diferente y/o una velocidad de datos diferente. Este proceso puede ser repetido cualquier número de veces hasta que una respuesta es recibida desde el segundo nodo 204. Al hacer esto, el primer nodo 202 puede utilizar diferentes ventajas de diferentes técnicas de modulación.

En algunos aspectos de esta exposición, la primera técnica de modulación está asociada a un rango de conectividad, intensidad de señal, relación señal-ruido, nivel de potencia, velocidad de datos, etc. diferentes. El rango de conectividad puede referirse a una distancia a la cual puede ser recibida una señal. En algunas implementaciones, la segunda técnica de modulación está asociada a un rango de conectividad que es mayor que un rango de conectividad asociado a la primera técnica de modulación. Además, en algunas implementaciones, la segunda técnica de modulación está asociada a una velocidad de datos que es menor que una velocidad de datos asociada a la primera técnica de modulación.

Alternativa o adicionalmente, la primera técnica de modulación y/o la segunda técnica de modulación pueden incluir técnicas predefinidas. Como ilustración, la primera técnica de modulación puede utilizar, por ejemplo, modulación FSK, mientras que la segunda técnica de modulación puede utilizar multiplexación OFDM o modulación DSSS.

Entretanto, la unidad PDU de primer mensaje y/o la unidad PDU de segundo mensaje pueden especificar un canal de datos particular de entre los múltiples canales de datos 208-212 que puede ser utilizado para transferir una unidad PDU de datos. La unidad PDU de primer mensaje y/o la unidad PDU de segundo mensaje pueden especificar también una técnica de modulación y/o una velocidad de datos que pueden ser utilizadas en el canal de datos particular al transferir la unidad PDU de datos. Además, la unidad PDU de primer mensaje y/o la unidad PDU de segundo mensaje pueden especificar un número de unidades PDU de datos que pueden ser transferidas por el canal de datos particular.

En algunas implementaciones, la unidad PDU de primer mensaje y/o la unidad PDU de segundo mensaje especifican capacidades de uno o más de los nodos 202 y 204. Las capacidades pueden incluir, por ejemplo, un valor máximo, mínimo, preferido y/o un intervalo de canales de datos, técnicas de modulación, y/o velocidades de datos. Las capacidades pueden diferir debido a, por ejemplo, diferentes tipos de dispositivo (por ejemplo, contador frente a enrutador celular), diferente generación de un dispositivo, diferente modelo de un dispositivo, etc. Como ilustración, el primer nodo 202 puede enviar una unidad PDU de primer mensaje que indica que el primer nodo 202 incluye recursos de hardware y/o software para transmitir y/o recibir una unidad PDU de datos a una velocidad de

datos particular y/o con una técnica de modulación particular. La unidad PDU de primer mensaje puede especificar adicional o alternativamente un canal de datos preferido de entre los múltiples canales de datos 208-212 y/o una lista de los canales de datos disponibles.

5 Sobre la base de la unidad PDU de primer mensaje y/o la unidad PDU de segundo mensaje, el primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204 pueden determinar un canal de datos particular que será utilizado para transferir una unidad PDU de datos, una técnica de modulación que será utilizada en el canal de datos particular, y/o una velocidad de datos que será utilizada en el canal de datos particular. En algunos ejemplos, el segundo nodo 204 puede realizar la determinación después de que el segundo nodo 204 recibe una unidad PDU de mensaje desde el primer nodo 202, mientras que en otros ejemplos el primer nodo 202 puede realizar la determinación.

10 En algunas ocasiones, un canal de datos particular es determinado sobre la base de una pluralidad de canales de datos que pueden estar disponibles para el primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204. En una implementación, el segundo nodo 204 recibe una unidad PDU de primer mensaje que incluye una lista de canales de datos que están disponibles. Aquí, el segundo nodo 204 puede seleccionar un canal de datos particular de la lista y enviar una unidad PDU de segundo mensaje al primer nodo 202 indicando que un canal de datos particular ha sido  
15 seleccionado para transferir una unidad PDU de datos.

Alternativa o adicionalmente, un canal de datos particular puede ser determinado sobre la base de un canal de datos preferido especificado en, por ejemplo, la unidad PDU de primer mensaje y/o la unidad PDU de segundo mensaje. En una implementación, el segundo nodo 204 recibe una unidad PDU de primer mensaje desde el primer nodo 202 que indica un canal de datos preferido. Aquí, el segundo nodo 204 puede seleccionar el canal de datos preferido y  
20 enviar una unidad PDU de segundo mensaje al primer nodo 202 indicando que el canal de datos preferido ha sido seleccionado. En el ejemplo de la figura 2, el canal de datos 212 representa el canal de datos particular que ha sido determinado para transferir la unidad PDU de datos.

En algunas ocasiones, un canal de datos particular, una técnica de modulación y/o una velocidad de datos pueden ser determinados sobre la base de capacidades del primer nodo 202 y/o del segundo nodo 204. Por ejemplo, si el  
25 segundo nodo 204 recibe una unidad PDU de mensaje desde el primer nodo 202 que indica capacidades del primer nodo 202, entonces el segundo nodo 204 puede comparar estas capacidades con capacidades del segundo nodo 204. Sobre la base de la comparación, el segundo nodo 204 puede determinar, por ejemplo, una técnica de modulación y/o una velocidad de datos que es común al primer nodo 202 y al segundo nodo 204. Es decir, la comparación puede identificar la técnica de modulación y/o la velocidad de datos que pueden ser soportadas por  
30 recursos de hardware y/o software del primer nodo 202 y del segundo nodo 204.

En algunas implementaciones, una velocidad de datos determinada puede ser una velocidad de datos común máxima de entre una pluralidad de velocidades de datos que pueden ser soportadas por el primer nodo 202 y el  
segundo nodo 204. Alternativa o adicionalmente, la velocidad de datos determinada puede ser una velocidad que es propuesta en la unidad PDU de primer mensaje y/o la unidad PDU de segundo mensaje. Entretanto, la técnica de  
35 modulación determinada puede ser una técnica de modulación común que está asociada a, por ejemplo, una velocidad de datos máxima y/o un rango de conectividad máximo de entre una pluralidad de técnicas de modulación que pueden ser implementadas por el primer nodo 202 y el segundo nodo 204.

En algunas ocasiones, la técnica de modulación y/o la velocidad de datos determinadas son diferentes a las que son utilizadas en el canal de control, mientras que en otras ocasiones la técnica de modulación y/o la velocidad de datos  
40 determinadas son iguales. Por ejemplo, la técnica de modulación determinada puede ser una técnica que proporciona un rango de conectividad más largo o más corto que la técnica de modulación utilizada en el canal de control. Entretanto, la velocidad de datos determinada puede ser mayor, igual o menor que una velocidad de datos implementada en el canal de control. En algunas ocasiones, la técnica de modulación y/o la velocidad de datos  
45 determinadas pueden ser unas que sean menos susceptibles a interferencia que otras técnicas de modulación y/o velocidades de datos disponibles para los nodos primero y segundo 202 y 204.

Además, en algunas ocasiones, la técnica de modulación y/o la velocidad de datos determinadas pueden estar basadas en una distancia entre los nodos primero y segundo 202 y 204. Por ejemplo, si la distancia es mayor que un  
umbral, entonces pueden ser seleccionadas una técnica de modulación y/o una velocidad de datos particulares que sean más adecuadas para comunicar una señal a través de una distancia larga (por ejemplo, una distancia mayor  
50 que el umbral).

Una vez determinados un canal de datos particular, una técnica de modulación y/o una velocidad de datos, el primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204 pueden conmutar desde el canal de control 206 al canal de datos particular. El primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204 pueden conmutar sintonizando a una frecuencia asociada al canal de  
datos particular. Como se ha indicado anteriormente, el canal de datos 212 de la figura 2 representa el canal de  
55 datos particular que es determinado.

El primer nodo 202 y el segundo nodo 204 pueden transferir entonces una unidad PDU de datos a través del canal de datos particular. Aquí, el primer nodo 202, por ejemplo, puede enviar una unidad PDU de datos al segundo nodo 204 a través del canal de datos 212. En algunos ejemplos, el primer nodo 202 y el segundo nodo 204 transfieren la

unidad PDU de datos sobre la base de la técnica de modulación y/o la velocidad de datos determinadas a partir de la unidad PDU de primer mensaje y/o la unidad PDU de segundo mensaje. Como se ha indicado anteriormente, la unidad PDU de datos puede, en algunas ocasiones, ser transferida a través del canal de datos particular cuando la unidad PDU de datos tiene mayor longitud que la unidad PDU de primer mensaje y/o la unidad PDU de segundo mensaje transferidas por el canal de control 206.

Una vez transferida la unidad PDU de datos, el primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204 pueden conmutar desde el canal de datos 212 al canal de control 206. En algunas ocasiones, el primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204 conmutan en respuesta a la recepción o envío de una unidad PDU de acuse de recibo que indica que la unidad PDU de datos ha sido recibida. La unidad PDU de acuse de recibo puede comprender, por ejemplo, una señal de acuse de recibo (ACK, del inglés "Acknowledgement") definida en un estándar IEEE, tal como el estándar IEEE 802.15.4. La unidad PDU de acuse de recibo puede ser enviada a través del canal de datos 212. En otras ocasiones, el primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204 pueden conmutar al canal de control 206 una vez que ha pasado un tiempo predeterminado desde que la unidad PDU de datos ha sido recibida y/o enviada.

Como se ha discutido anteriormente, en algunas implementaciones, el primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204 están equipados cada uno con un transceptor RF configurado para implementar una pluralidad de diferentes técnicas de modulación, velocidades de datos, protocolos, intensidades de señal y/o niveles de potencia. En implementaciones particulares, cada transceptor RF comprende un único transceptor RF.

Entretanto, en algunos casos, mientras que los nodos 202 y 204 utilizan el canal de datos 212, otros nodos pueden utilizar el canal de control 206 y/o uno de los otros canales de datos 208-210. Es decir, mientras que los nodos 202 y 204 transfieren la unidad PDU de datos por el canal de datos 212, dos o más nodos distintos pueden especificar un canal de datos particular a través del canal de control 206 y conmutar al canal de datos particular para transferir datos. El canal de datos particular puede ser un canal de datos diferente que el utilizado por los nodos primero y segundo 202 y 204, tal como el canal de datos 208 o 210. Esto puede permitir que múltiples nodos en una red utilicen un canal de control común. Además, esto puede permitir que unos primeros nodos transfieran datos por un primer canal de datos mientras que unos segundos nodos transfieren datos simultáneamente/concurrentemente por un segundo canal de datos. En algunos casos, esto puede incrementar el caudal de tráfico de datos de la red en comparación con redes que no utilizan un canal de control y/o múltiples canales de datos, tales como redes con un único canal.

Además, en ocasiones en las que una unidad PDU de datos tiene mayor longitud que una unidad PDU de primer mensaje y/o una unidad PDU de segundo mensaje, puede ser utilizado un canal de control común para transferir unidades PDU de mensaje cortas por el canal de control y transferir unidades PDU de datos largas por uno o más de los canales de datos. Esto puede incrementar adicionalmente el caudal de tráfico de datos de la red en comparación con redes que no utilizan un canal de control y/o múltiples canales de datos.

Aunque las técnicas aquí descritas ilustran la transferencia de una unidad PDU a un nodo cada vez, la unidad PDU puede ser transferida alternativa o adicionalmente a más de un nodo cada vez. Por ejemplo, la unidad PDU puede ser transferida a una pluralidad de nodos al mismo tiempo mediante por ejemplo difusión de la unidad PDU a la pluralidad de nodos. Aquí, la unidad PDU puede ser difundida a través de, por ejemplo, un canal de control y/o un canal de datos particular que son especificados previamente a la pluralidad de nodos. Además, en algunas ocasiones, al transferir una unidad PDU a un único nodo, uno o varios otros nodos en la vecindad del único nodo pueden escuchar (por ejemplo, recibir) la transmisión.

#### Proceso De Saltos De Frecuencia Ilustrativo

La figura 3 ilustra un proceso de saltos de frecuencia 300 a modo de ejemplo para hacer saltar de frecuencia un canal de control 302 sobre una pluralidad de canales. Como se ilustra, el canal de control 302 es hecho saltar de frecuencia sobre los canales 1-N de modo que el canal de control 302 está situado en un canal 1 en el tiempo  $t_0$ , un canal 3 en el tiempo  $t_1$ , y un canal N-1 en el tiempo  $t_2$ . Los canales 1-N están definidos cada uno por un intervalo de frecuencia. Por ejemplo, el canal 1 está definido entre una frecuencia  $f_0$  y  $f_1$ .

El proceso de saltos de frecuencia puede estar asociado a una secuencia de saltos de frecuencia. Esta secuencia puede ser transmitida a uno o varios nodos de una red que pueden utilizar los canales 1-N. En algunas ocasiones, la secuencia es transmitida desde un nodo particular en la red que iniciará el proceso de saltos de frecuencia. El nodo particular puede comprender, por ejemplo, un coordinador de la red, tal como un coordinador de red PAN.

En algunas ocasiones, los canales de datos de la red son también hechos saltar de frecuencia sobre los canales 1-N al ser hecho saltar de frecuencia el canal de control 302. Por ejemplo, cuando el canal de control 302 está situado en el canal 1, los canales de datos pueden estar definidos por los canales 2-N. Luego, cuando el canal de control 302 está situado en el canal 3, los canales de datos pueden estar definidos por los canales 1, 2 y 4-N. Además, en algunos casos, el proceso de saltos de frecuencia es implementado por subcapas MAC de los nodos de la red.

En alguna implementación, el proceso de saltos de frecuencia puede ser implementado para reducir o mitigar la interferencia de radio que puede afectar a la comunicación por una red.

5 Debe apreciarse que el proceso de saltos de frecuencia ilustrado en la figura 3 es una implementación a modo de ejemplo, y que el proceso de saltos de frecuencia puede ser implementado de otras maneras y/o estar basado en otras secuencias de saltos. Por ejemplo, aunque el ejemplo de la figura 3 utiliza una secuencia de saltos que hace saltar el canal de control 302 del canal 1 al canal 3, y luego del canal 3 al canal N-1, puede ser utilizada una secuencia de saltos diferente para hacer saltar el canal de control 302 a cualquiera de los canales 1-N en cualquier orden.

### Unidades De Datos De Protocolo Ilustrativas

10 Las figuras 4-5 ilustran unidades PDU a modo de ejemplo que pueden ser transferidas a través de un canal de control y/o un canal de datos. En particular, la figura 4 ilustra una trama de solicitud de envío (RTS) 400 a modo de ejemplo que puede ser usada para indicar que un nodo desea enviar datos a otro nodo, mientras que la figura 5 ilustra una trama de disponibilidad para envío (CTS) 500 a modo de ejemplo que puede ser usada para indicar que un nodo está disponible para recibir datos. En algunos ejemplos, al recibir un mensaje RTS, un nodo puede responder (si está disponible) enviando un mensaje CTS. En este ejemplo, las estructuras de trama RTS y CTS están definidas por el estándar IEEE 802.15.4. Sin embargo, en otros ejemplos pueden ser utilizadas otras estructuras de unidades PDU para los mensajes RTS, los mensajes CTS, u otras comunicaciones que transportan información asociada a una red de comunicación multicanal.

20 Con referencia a la figura 4, la trama RTS 400 a modo de ejemplo puede ser utilizada para informar a los nodos contiguos que un nodo desea enviar datos y no estará disponible de cara a otra transmisión, y para negociar un canal de datos particular y uno o más parámetros físicos (PHY) (por ejemplo, velocidad de datos y/o técnica de modulación) con un nodo de recepción deseado. Como se muestra en la figura 4, la trama RTS incluye los siguientes campos: control de trama (FC, del inglés "Frame Control"), número de secuencia, identificador de red de área personal (PAN) de destino, dirección de destino, identificador de red PAN de origen, dirección de origen, cabecera de seguridad auxiliar, carga útil, y secuencia de verificación de trama (FCS, del inglés "Frame Check Sequence"). Detalles de los campos precedentes de la trama RTS distintos a la carga útil son bien conocidos para aquellas personas con experiencia en la técnica y no son descritos en detalle aquí. La carga útil de la trama RTS 400, sin embargo, está adaptada para implementar las técnicas anteriormente descritas, así como otras funcionalidades. La carga útil puede ser de tamaño variable y puede incluir, por ejemplo, uno o varios de los campos siguientes:

- 30 • Tipo: este campo indica un tipo de trama, por ejemplo RTS, CTS, no disponibilidad para envío (NCTS), etc. En el ejemplo de la figura 4, este campo indica que la trama es una trama RTS.
- HW: este campo indica un tipo de hardware de un nodo que envía la trama RTS. El tipo puede incluir, por ejemplo, una versión o generación del dispositivo, y/o cualquier otra información utilizable para determinar capacidades del nodo (por ejemplo, alimentado por baterías, técnicas de modulación y/o velocidades de datos que están soportadas por el nodo).
- 35 • Categoría: este campo indica un protocolo de enrutamiento para la categoría (si es conocida) de redes de baja potencia y con pérdidas (RPL, del inglés "Routing Protocol for Low power and lossy networks") del nodo que está enviando la trama RTS. Este campo puede ser utilizado por un nodo receptor para detección de consistencia de enrutamiento en la subcapa MAC.
- 40 • DODAG\_ID: este campo es un identificador (ID) de grafo acíclico dirigido orientado a destino (DODAG, del inglés "Destination Oriented Directed Acyclic Graph"), que identifica una raíz DODAG (por ejemplo, un enrutador de frontera de red, enrutador celular, relé, etc.), a través de la cual el nodo que envía la trama RTS está conectado a una red de retorno (*backhaul*), tal como Internet, para comunicación con una central u otro dispositivo de computación de red. En el contexto de la arquitectura 100 de la figura 1, el nodo 104 es un ejemplo de una raíz DODAG que está en comunicación con red(es) 120, que pueden comprender red(es) de retorno. El identificador DODAG\_ID permite que un nodo que recibe una trama RTS acepte o rechace la trama RTS verificando condiciones de consistencia de enrutamiento en la subcapa MAC.
- 45 • Duración: este campo indica un tiempo esperado total para intercambiar trama(s) de datos especificada(s) en la trama RTS. La duración puede incluir el tiempo para transmitir las tramas de datos especificadas, tiempos de espera tales como espaciado inter-tramas (IFS, del inglés "Inter-Frame Spacing") (por ejemplo, SIFS, GIFS, etc.) entre tramas, y respuestas de acuse de recibo (ACK) o no acuse de recibo (NACK). El campo de duración puede ser utilizado para determinar una duración en la que un nodo estará ocupado comunicando con otro nodo y por lo tanto no estará disponible para recibir.
- 50 • Ch. On: este campo incluye una etiqueta indicando si la trama RTS incluye una lista de canales.
- 55 • Lista de canales: este campo incluye una lista de canales que incluye una lista de canales que están disponibles para un nodo que envía la trama RTS. Un nodo que recibe la trama RTS puede seleccionar un canal de entre los canales disponibles y especificar este canal escogido dentro de una trama CTS. En algunos ejemplos, la lista de canales puede incluir menos canales que todos los que están disponibles para un nodo. Por ejemplo, si es empleada

una modulación DSSS, la lista de canales puede estar limitada a 13 canales en la banda industrial, científica y médica (ISM, del inglés "Industrial, Scientific and Medical") de 915 MHz. La lista de canales puede comprender, por ejemplo, una lista de canales cualificados entre el nodo que ha enviado la trama RTS y el nodo que ha recibido la trama RTS. La lista de canales cualificados puede ser mantenida en la memoria del nodo que ha enviado la trama RTS y/o del nodo que ha recibido la trama RTS.

- Parámetros de velocidad de datos (DR, del inglés "Data Rate"): este campo indica una velocidad de datos máxima soportada y/o propuesta por un nodo que envía la trama RTS. Un nodo que recibe la trama RTS puede utilizar este campo para determinar una velocidad de datos de la que sean capaces tanto el nodo de envío como el de recepción. La velocidad de datos determinada puede ser enviada al nodo de envío utilizando una trama CTS. La velocidad de datos determinada será establecida como mucho como la velocidad de datos máxima del nodo más lento de los dos. De este modo, si la trama RTS propone una velocidad de datos mayor de la que es capaz el nodo de recepción, el nodo de recepción establecerá una velocidad de datos menor (como mucho la velocidad de datos máxima del nodo de recepción) al enviar la trama CTS.

- Data\_ID: este campo incluye un identificador ID de un paquete de datos. Este identificador ID puede estar presente dentro de la trama RTS. Este campo puede ser utilizado si, por ejemplo, el paquete de datos ha sido recibido por un nodo particular pero no ha sido recibido un acuse de recibo en el nodo que ha enviado el paquete de datos. En este caso, el nodo que ha enviado el paquete de datos con identificador Data\_ID puede suponer que el paquete de datos no ha sido recibido y puede reenviar una trama RTS para el mismo identificador Data\_ID. En algunos casos, cuando el nodo particular mantiene un registro de un número de últimos identificadores Data\_ID recibidos, el nodo particular puede responder con una trama ACK en vez de una trama CTS, y de este modo evitar una retransmisión del paquete de datos.

- F\_ID: este campo incluye un identificador ID de trama MAC de la trama RTS y puede ser utilizado para detectar tramas RTS duplicadas. El nodo de recepción de la trama RTS puede copiar este identificador F\_ID en la trama CTS al responder a la trama RTS. Cuando un nodo que envía la trama RTS recibe una trama CTS, el nodo puede usar el identificador F\_ID en la trama CTS para determinar si la trama CTS es la trama esperada (por ejemplo, si la trama CTS es una respuesta a la trama RTS que el nodo ha enviado previamente).

- NP: este campo indica un número de paquetes a intercambiar con un nodo que recibe la trama RTS. Este campo indica al nodo de recepción cuántos paquetes hay que esperar por un canal de datos especificado antes de conmutar de vuelta para escuchar el canal de control. Este campo puede ser también útil para determinar la disponibilidad de canales particulares.

- Pre\_Ch: este campo indica un canal que un nodo prefiere utilizar para intercambiar tramas de datos. Por defecto, el receptor de la trama RTS puede seleccionar este canal para intercambio de datos, si es posible. Sin embargo, si el canal está ocupado o no está disponible de otro modo para el nodo receptor, el nodo de recepción puede designar un canal diferente en la trama CTS.

- DIR: este campo indica si el tráfico está dirigido desde una raíz o tiene que ser enviado hacia la raíz. El tráfico enviado desde una raíz hacia una hoja es denominado "corriente abajo", mientras que todas las comunicaciones enviadas hacia la raíz son denominadas "corriente arriba". Este campo puede ser asignado como 1 para tráfico corriente arriba y como 0 para tráfico corriente abajo, por ejemplo.

La figura 5, entretanto, ilustra un mensaje CTS 500 a modo de ejemplo en forma de una trama que puede ser comunicada para indicar que un nodo está disponible para recibir datos. La trama CTS 500 puede incluir, por ejemplo, parámetros PHY y un canal de datos seleccionado por el primer nodo. En algunas ocasiones, la trama CTS 500 es utilizada para informar a nodos contiguos que el nodo que envía la trama RTS y el nodo que envía la trama CTS no estarán disponibles y que el canal de datos seleccionado estará ocupado durante un periodo de tiempo especificado. En el ejemplo de la figura 5, la trama CTS 500 incluye los siguientes campos: FC, número de secuencia, identificador de red PAN de destino, dirección de destino, identificador de red PAN de origen, dirección de origen, cabecera de seguridad auxiliar, carga útil y secuencia FCS. Los detalles de los campos precedentes de la trama CTS 500 distintos a la carga útil son bien conocidos para aquellas personas con experiencia en la técnica y no son descritos en detalle aquí. La carga útil de la trama CTS 500, sin embargo, está adaptada para implementar las técnicas anteriormente descritas, así como otras funcionalidades. La carga útil de la trama CTS 500 puede variar en tamaño y puede incluir, por ejemplo, uno o varios de los siguientes campos:

- Tipo: este campo puede indicar una información similar a la descrita anteriormente con referencia a la figura 4. En el ejemplo de la figura 5, este campo indica que la trama es una trama CTS.

- HW: este campo indica parámetros de hardware (por ejemplo, tipo de dispositivo, versión o generación del dispositivo, etc.) de un nodo que ha recibido la trama RTS (es decir, el nodo que enviará la trama CTS).

- Categoría: este campo es análogo al correspondiente campo de la trama RTS, pero aplicado a la trama CTS. Este campo puede ser usado para clasificar rutas de comunicación de acuerdo con su calidad relativa.

- DODAG\_ID: este campo es análogo al correspondiente campo de la trama RTS, pero aplicado a la trama CTS. Específicamente, este campo es un identificador DODAG que proporciona una opción para un nodo que recibe la trama CTS de aceptar o rechazar mediante verificación de las condiciones de consistencia de enrutamiento en una subcapa MAC.
- 5
- Duración: este campo es análogo al correspondiente campo de la trama RTS, pero aplicado a la trama CTS, y puede ser usado para determinar disponibilidad y duración de disponibilidad.
  - Canal: este campo indica un canal de datos seleccionado por el nodo que ha recibido la trama RTS.
- 10
- DR: este campo indica una velocidad de datos seleccionada por el nodo que ha recibido la trama RTS. La velocidad de datos puede ser la misma (si el nodo de recepción tiene capacidad para la velocidad de datos) o diferente que la velocidad de datos especificada en la trama RTS (si el nodo de recepción no tiene capacidad para la velocidad de datos especificada en la trama RTS). Esta velocidad de datos puede ser implementada para transferir datos por un canal de datos.
  - F\_ID: este campo incluye un identificador ID de trama MAC de la trama CTS, que puede ser idéntico al identificador F\_ID de una trama RTS.
- 15
- En algunas ocasiones, uno o varios de los campos anteriores incluidos dentro de la trama RTS 400 de la figura 4 y/o la trama CTS 500 de la figura 5 pueden ser utilizados por uno o varios nodos para determinar un canal de datos particular a partir de múltiples canales de datos, una técnica de modulación a utilizar en el canal de datos particular, y/o una velocidad de datos a implementar en el canal de datos particular.
- 20
- Por ejemplo, un primer nodo puede enviar una trama RTS a un segundo nodo que solicita transferir datos con el segundo nodo. La trama RTS puede incluir uno o varios de los campos indicados anteriormente, tales como HW, Lista de canales, DR, y/o Pre\_CH. Sobre la base de uno o varios de estos campos, el segundo nodo puede determinar el canal de datos particular, la técnica de modulación y/o la velocidad de datos. El segundo nodo puede enviar entonces una trama CTS al primer nodo indicando el canal de datos particular, la técnica de modulación y/o la velocidad de datos que han sido seleccionados para transferir datos.
- 25
- Como se ha discutido anteriormente, las tramas RTS y CTS 400 y 500 son meramente ejemplos de algunas unidades PDU que pueden ser utilizadas para implementar las técnicas aquí descritas. En otras realizaciones pueden ser empleadas diversas otras unidades PDU para implementar las técnicas descritas.

### Procesos Ilustrativos

- 30
- Las figuras 6-7 ilustran procesos a modo de ejemplo 600 y 700 para comunicar uno o más mensajes a través de un canal de control y transferir datos a través de un canal de datos particular. Los procesos 600 y 700 (así como cada proceso aquí descrito) son ilustrados como un diagrama de flujo lógico, cada operación del cual representa una secuencia de operaciones que pueden ser implementadas en hardware, software, o una combinación de ellos. En el contexto de software, las operaciones representan instrucciones ejecutables por ordenador almacenadas en uno o más medios de almacenamiento legibles por ordenador que, cuando son ejecutadas por uno o varios procesadores,
- 35
- realizan las citadas operaciones. Generalmente, las instrucciones ejecutables por ordenador incluyen rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos y similares que realizan funciones particulares o implementan tipos de datos abstractos particulares. No se pretende que el orden en el que son descritas las operaciones sea considerado una limitación, y cualquier número de las operaciones descritas pueden ser combinadas en cualquier orden y/o en paralelo para implementar el proceso.
- 40
- En la figura 6, el proceso 600 puede ser realizado por un nodo que enviará datos (por ejemplo, una unidad PDU de datos). Mientras que en la figura 7, el proceso 700 puede ser realizado por un nodo que recibirá los datos. En las figuras 6 y 7, el término "nodo de envío" se refiere al nodo que enviará los datos, y el término "nodo de recepción" se refiere al nodo que recibirá los datos durante un intercambio dado de datos. Sin embargo, se entenderá que cualquier nodo puede funcionar tanto en calidad de nodo de envío como en calidad de nodo de recepción, según sea necesario.
- 45
- Como se ilustra en la figura 6, el proceso 600 incluye una operación 602 para especificar un canal de control y múltiples canales de datos a partir de una pluralidad de canales. En algunas ocasiones, la operación 602 es realizada en una subcapa MAC. La operación 600 también incluye una operación 604 para enviar un primer mensaje a través del canal de control indicando una solicitud para enviar datos. El primer mensaje puede ser enviado a un
- 50
- nodo de recepción.
- El proceso 600 también incluye una operación 606 para recibir un segundo mensaje a través del canal de control. El segundo mensaje puede ser recibido desde el nodo de recepción. En algunas ocasiones, el segundo mensaje indica un canal de datos particular de entre los múltiples canales de datos, una técnica de modulación a utilizar en el canal de datos particular, y/o una velocidad de datos del canal de datos particular que ha sido determinado en el
- 55
- nodo de recepción para transferir los datos. El proceso 600 puede continuar entonces a una operación 608 para

conmutar al canal de datos particular. La operación 608 puede ser realizada sobre la base del canal de datos particular que está indicado en el segundo mensaje.

5 El proceso 600 también incluye una operación 610 para enviar los datos a través del canal de datos particular a, por ejemplo, el nodo de recepción. En algunas ocasiones, los datos son enviados sobre la base de la técnica de modulación y/o la velocidad de datos indicadas en el segundo mensaje. El proceso 600 incluye una operación 612 para recibir un acuse de recibo que indica que los datos han sido recibidos. El acuse de recibo puede ser recibido desde, por ejemplo, el nodo de recepción.

10 El proceso 600 también incluye una operación 614 para conmutar al canal de control. En algunas ocasiones, la operación 614 es realizada en respuesta a la recepción del acuse de recibo, mientras que en otras ocasiones la operación 614 es realizada una vez expirado un periodo de tiempo predeterminado. El periodo 600 incluye una operación 616 para esperar por el canal de control un mensaje que solicite una operación adicional a realizar, por ejemplo, por el nodo de envío.

15 Entretanto, el proceso 700 de la figura 7 puede ser realizado por un nodo de recepción. El proceso 700 incluye una operación 702 para especificar un canal de control y múltiples canales de datos a partir de una pluralidad de canales. En algunas ocasiones, la operación 702 es realizada en una subcapa MAC. El proceso 700 incluye una operación 704 para recibir un primer mensaje a través del canal de control que indica una solicitud para enviar datos. El primer mensaje puede ser recibido desde un nodo de envío. Además, el proceso 700 incluye una operación 706 para determinar un canal de datos particular de entre los múltiples canales de datos, una técnica de modulación a utilizar en el canal de datos particular, y/o una velocidad de datos del canal de datos particular sobre la base al menos en parte del primer mensaje. El proceso 700 incluye una operación 708 para enviar un segundo mensaje a través del canal de control a, por ejemplo, el nodo de envío. En algunas implementaciones, el segundo mensaje especifica el canal de datos particular, la técnica de modulación y/o la velocidad de datos determinados en la operación 706.

25 El proceso 700 también incluye una operación 710 para conmutar al canal de datos particular determinado en la operación 706. La operación 710 puede ser realizada en respuesta al envío del segundo mensaje. El proceso 700 también incluye una operación 712 para recibir los datos a través del canal de datos particular. Adicionalmente, el proceso 700 incluye una operación 714 para enviar un acuse de recibo que indica que los datos han sido recibidos. La operación 714 puede ser realizada una vez recibidos los datos.

30 Además, el proceso 700 incluye una operación 716 para conmutar al canal de control. La operación 716 puede ser realizada en respuesta al envío del acuse de recibo. Alternativa o adicionalmente, la operación 716 puede ser realizada una vez expirado un periodo de tiempo predeterminado desde que los datos, o una parte de ellos, han sido recibidos y/o desde la conmutación al canal de datos particular. Aquí, la expiración del periodo de tiempo predeterminado puede estar basada en un temporizador. El proceso 700 incluye una operación 718 para esperar por el canal de control un mensaje que solicite una operación adicional a realizar, por ejemplo, por el nodo de recepción.

### 35 **Conclusión**

Aunque han sido descritas realizaciones con un lenguaje específico para propiedades estructurales y/o acciones metodológicas, debe entenderse que la exposición no está limitada necesariamente a las propiedades o acciones específicas descritas. En vez de ello, las propiedades y acciones específicas están expuestas aquí como formas ilustrativas de implementar las realizaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método, que comprende:
- 5 comunicar, entre un primer nodo (102) y un segundo nodo (102) de una red, uno o varios mensajes a través de un canal de control, en que al menos un mensaje del conjunto de uno o varios mensajes incluye un campo que especifica un tipo del primer nodo, o una versión del primer nodo;
- determinar un canal de datos particular a partir de múltiples canales de datos, en que el canal de control y los múltiples canales de datos son canales de la red;
- 10 determinar una técnica de modulación a utilizar por el canal de datos particular sobre la base al menos en parte del campo del al menos un mensaje del conjunto de uno o varios mensajes;
- conmutar al canal de datos particular sobre la base al menos en parte de la determinación del canal de datos particular;
- enviar o recibir, por uno de los nodos primero o segundo (102), datos a través del canal de datos particular sobre la base al menos en parte de la técnica de modulación; y
- 15 conmutar al canal de control tras completar el envío o la recepción de los datos a través del canal de datos particular.
2. El método según la reivindicación 1, en el que el o los mensajes identifican el canal de datos particular, la técnica de modulación, una velocidad de datos del canal de datos particular, y un número de unidades de datos que serán enviadas a través del canal de datos particular.
- 20 3. El método según la reivindicación 1, que comprende además:
- enviar o recibir un acuse de recibo indicando que los datos han sido recibidos,
- en que la conmutación al canal de control incluye conmutar al canal de control en respuesta al envío o la recepción del acuse de recibo.
4. El método según la reivindicación 1, en el que:
- 25 la comunicación del o de los mensajes incluye enviar un mensaje que indica una solicitud para enviar los datos a un nodo (102), y
- el envío o la recepción incluye enviar los datos al nodo (102) a través del canal de datos particular.
5. El método según la reivindicación 1, en el que:
- 30 la comunicación del o de los mensajes incluye recibir un mensaje que indica una solicitud para enviar los datos a un nodo (102), y el envío o la recepción incluye recibir los datos en el nodo (102) a través del canal de datos particular.
6. El método según la reivindicación 1, en el que el envío o la recepción incluye enviar o recibir los datos a través del canal de datos particular entre unos nodos primero y segundo (102), mientras que otros datos son transferidos entre unos nodos tercero y cuarto (102) a través de otro canal de datos de entre los múltiples canales de datos.
7. El método según la reivindicación 1, en el que:
- 35 el método es implementado por un primer nodo (102) en comunicación con un segundo nodo (102), y la determinación incluye determinar la técnica de modulación a utilizar durante el envío o la recepción de los datos sobre la base al menos en parte de una distancia desde el primer nodo (102) al segundo nodo (102).
8. El método según la reivindicación 1, que comprende además:
- 40 hacer saltar de frecuencia el canal de control sobre la pluralidad de canales sobre la base de una secuencia de saltos de frecuencia.
9. El método según la reivindicación 1, en el que el o los mensajes comunicados a través del canal de control son cada uno menores en tamaño de datos que los datos enviados o recibidos a través del canal de datos particular.
10. El método según la reivindicación 1, en el que:
- 45 la comunicación del o de los mensajes incluye comunicar el o los mensajes a través del canal de control a una primera velocidad de datos, y

el envío o la recepción de los datos incluye enviar o recibir los datos a través del canal de datos particular a una segunda velocidad de datos que es mayor que la primera velocidad de datos.

5 11. Uno o más medios legibles por ordenador que almacenan instrucciones que, cuando son ejecutadas por uno o varios procesadores (130) de un nodo (102), configuran el nodo (102) para realizar el método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

12. Un sistema, que comprende:

un transceptor de radiofrecuencia (RF) configurado para implementar una pluralidad de técnicas de modulación y/o velocidades de datos diferentes, en que la pluralidad de técnicas de modulación y/o velocidades de datos diferentes comprenden al menos una capacidad de comunicación diferente;

10 uno o varios procesadores (130); y

una memoria (132) que almacena lógica operativa que cuando es ejecutada provoca que el o los procesadores (130) realicen acciones que incluyen:

provocar que un mensaje sea enviado o recibido por el transceptor RF a través de un canal de control, en que el mensaje incluye un campo que especifica un tipo de nodo, o una versión del nodo,

15 determinar un canal de datos particular a partir de múltiples canales de datos, en que el canal de control y los múltiples canales de datos son canales en una misma red,

determinar una técnica de modulación a utilizar por el canal de datos particular sobre la base al menos en parte del campo del mensaje;

20 provocar la conmutación al canal de datos particular sobre la base al menos en parte de la determinación del canal de datos particular,

provocar que los datos sean enviados al nodo o recibidos desde el nodo a través del canal de datos particular sobre la base al menos en parte de la técnica de modulación, y

provocar la conmutación al canal de control una vez transferidos los datos.

25 13. El sistema según la reivindicación 12, en el que el transceptor comprende un transceptor multiprotocolo configurado para enviar y/o recibir múltiples tipos diferentes de señales moduladas.

14. El sistema según la reivindicación 12, en el que la provocación de que el mensaje sea enviado o recibido incluye

provocar que el mensaje sea enviado una primera vez a través del canal de control sobre la base al menos en parte de una primera técnica de modulación, y

30 provocar que el mensaje sea enviado una segunda vez a través del canal de control sobre la base al menos en parte de una segunda técnica de modulación cuando no es recibida en el transceptor en un periodo de tiempo predeterminado una respuesta al mensaje enviado la primera vez, siendo la segunda técnica de modulación diferente a la primera técnica de modulación.

35 15. El sistema según la reivindicación 12, en el que el mensaje indica si los datos deben ser enviados corriente abajo desde un nodo raíz o deben ser enviados corriente arriba hacia el nodo raíz, en que el nodo raíz comprende un nodo de la red que está conectado a una red de retorno.

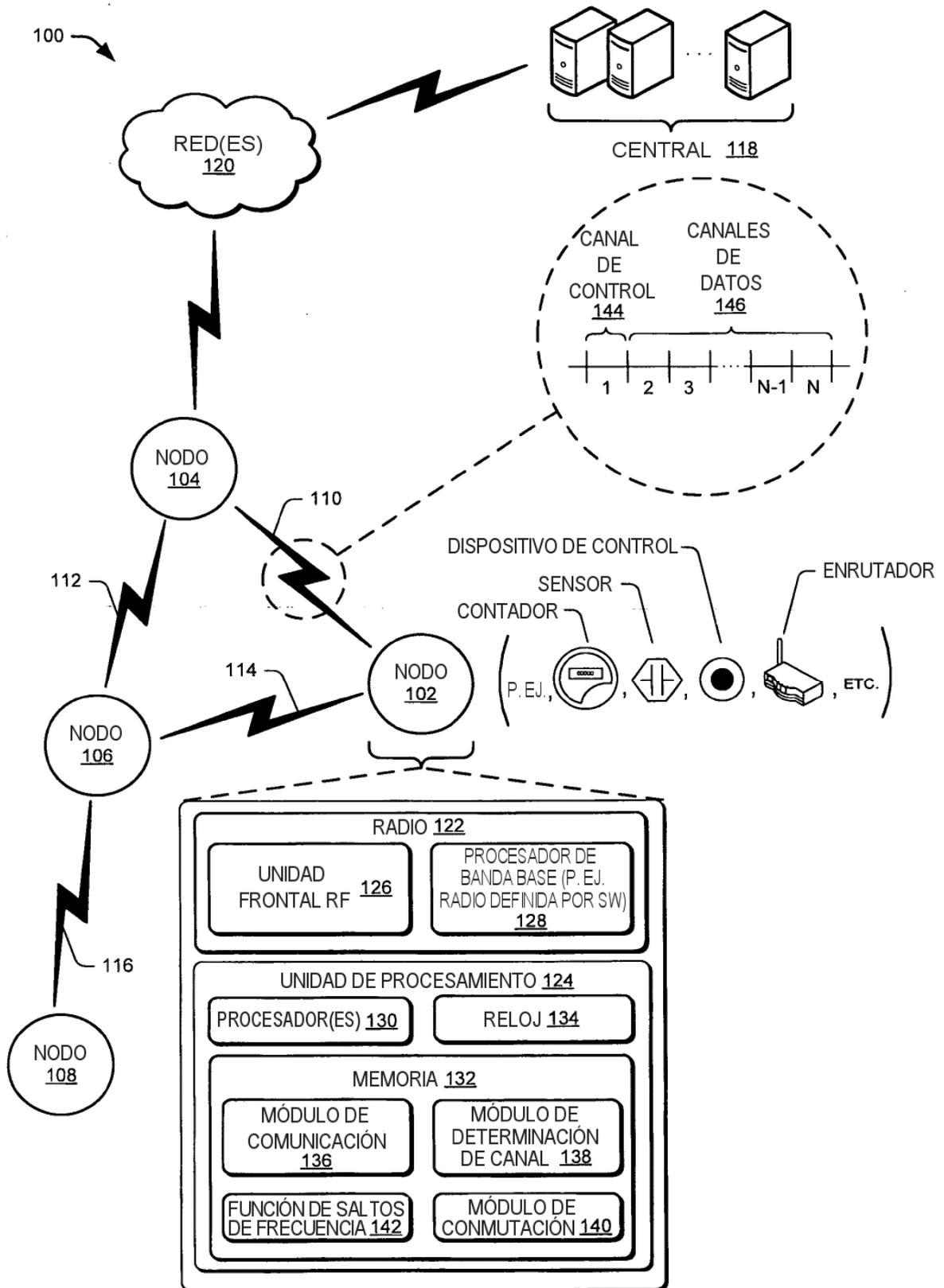


FIG. 1

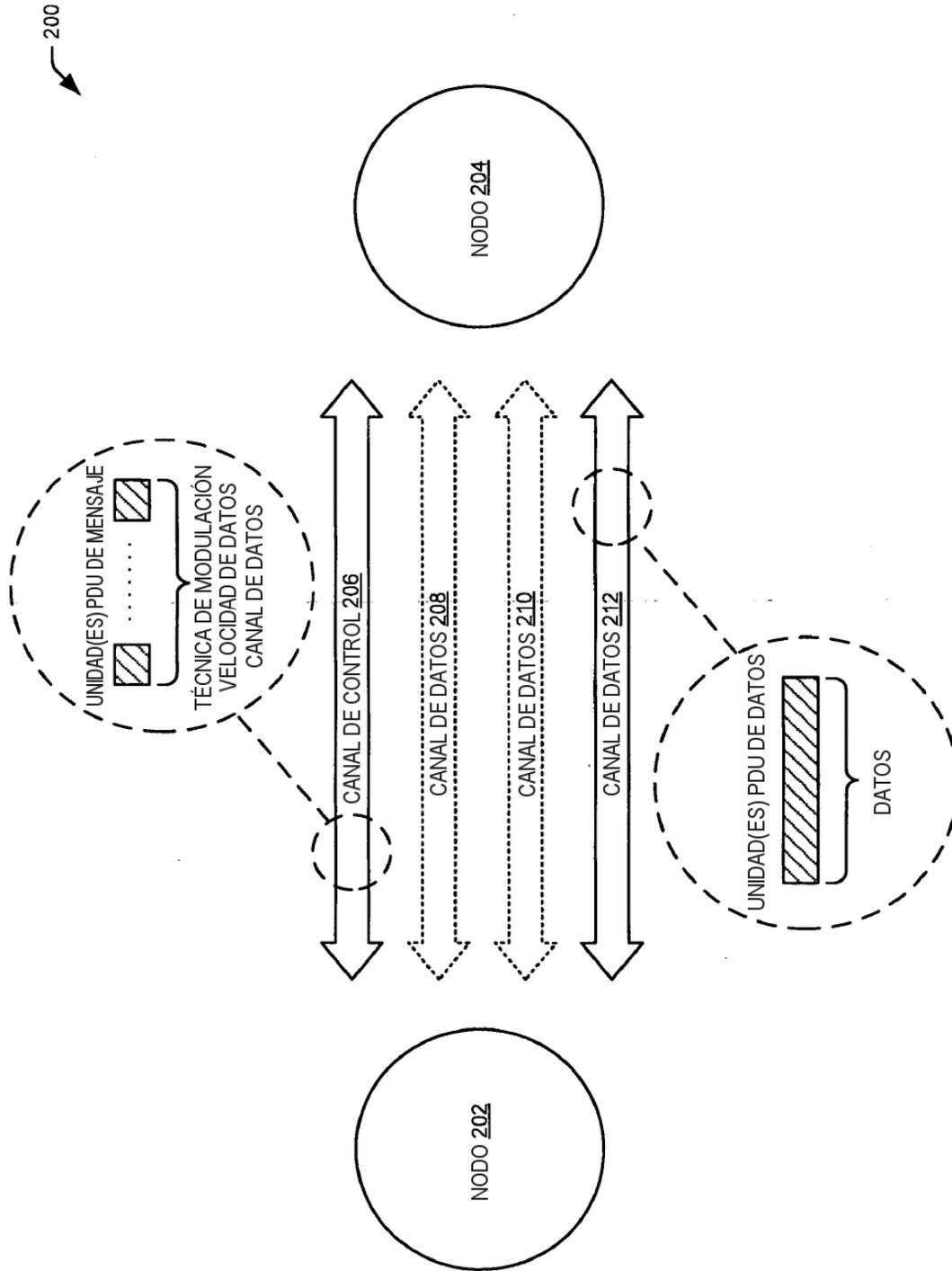


FIG. 2

300

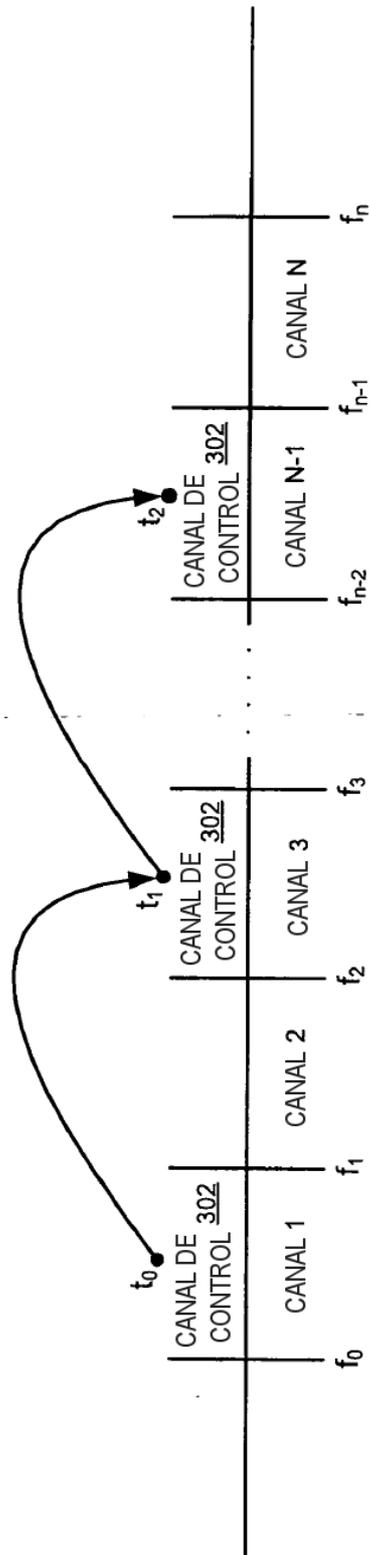


FIG. 3

400

TRAMA DE SOLICITUD DE ENVÍO (RTS)

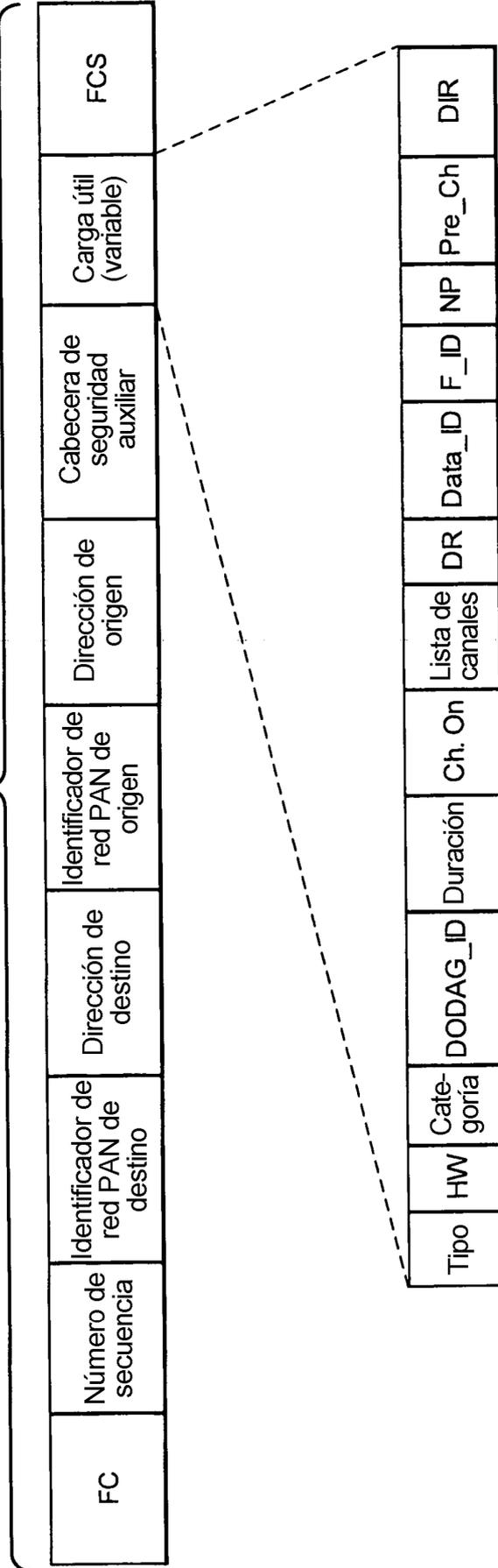


FIG. 4

500

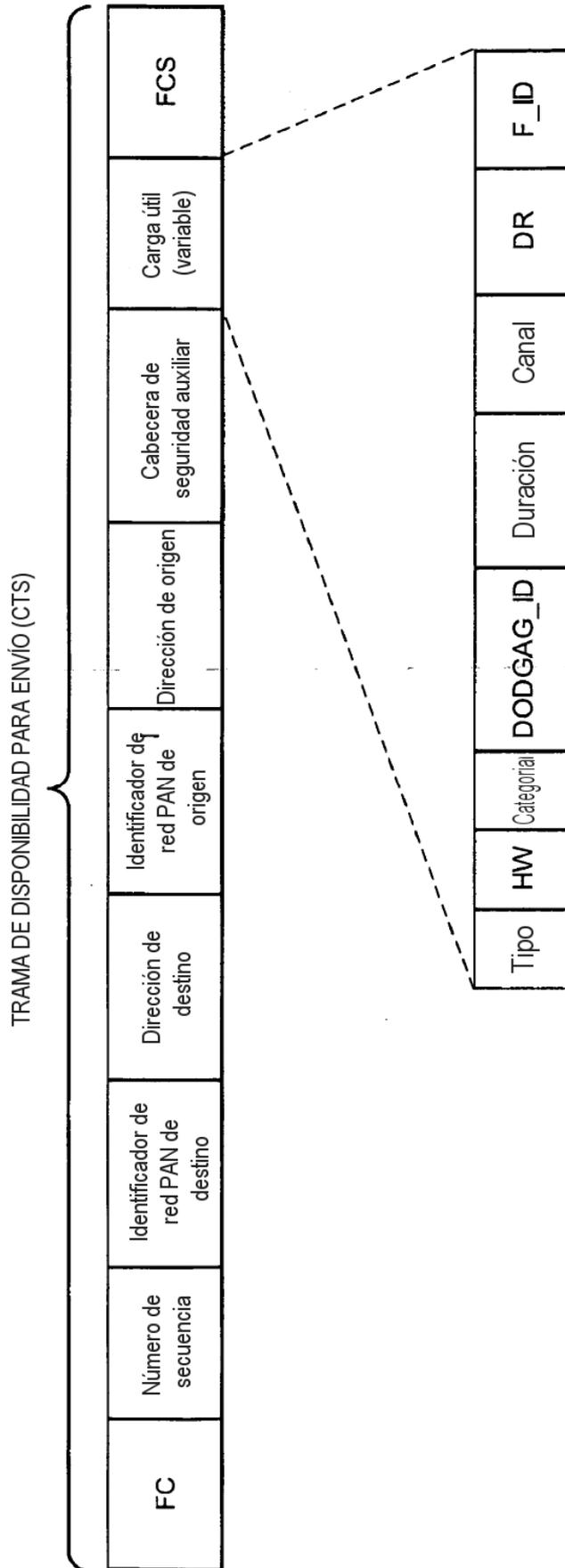


FIG. 5

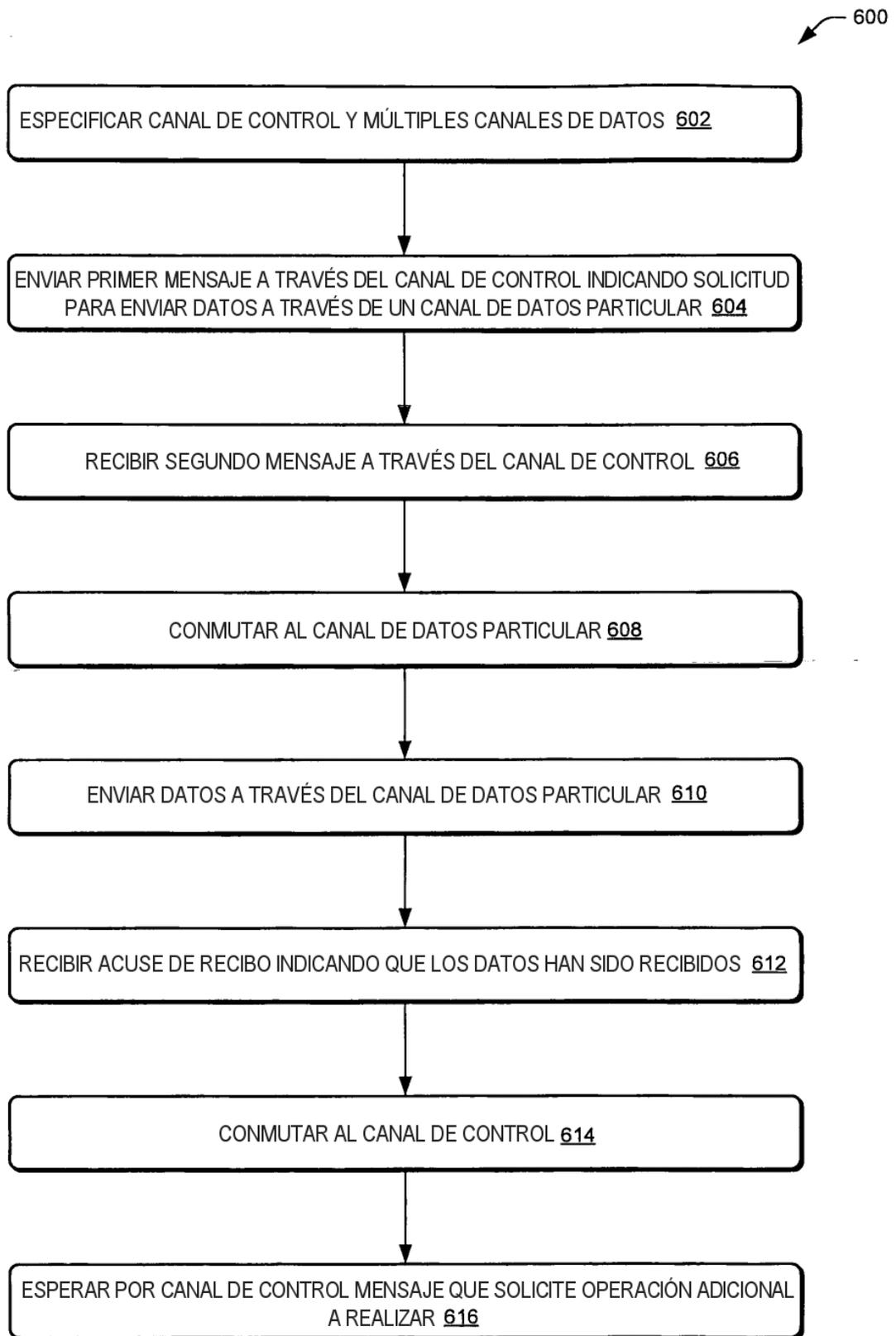


FIG. 6

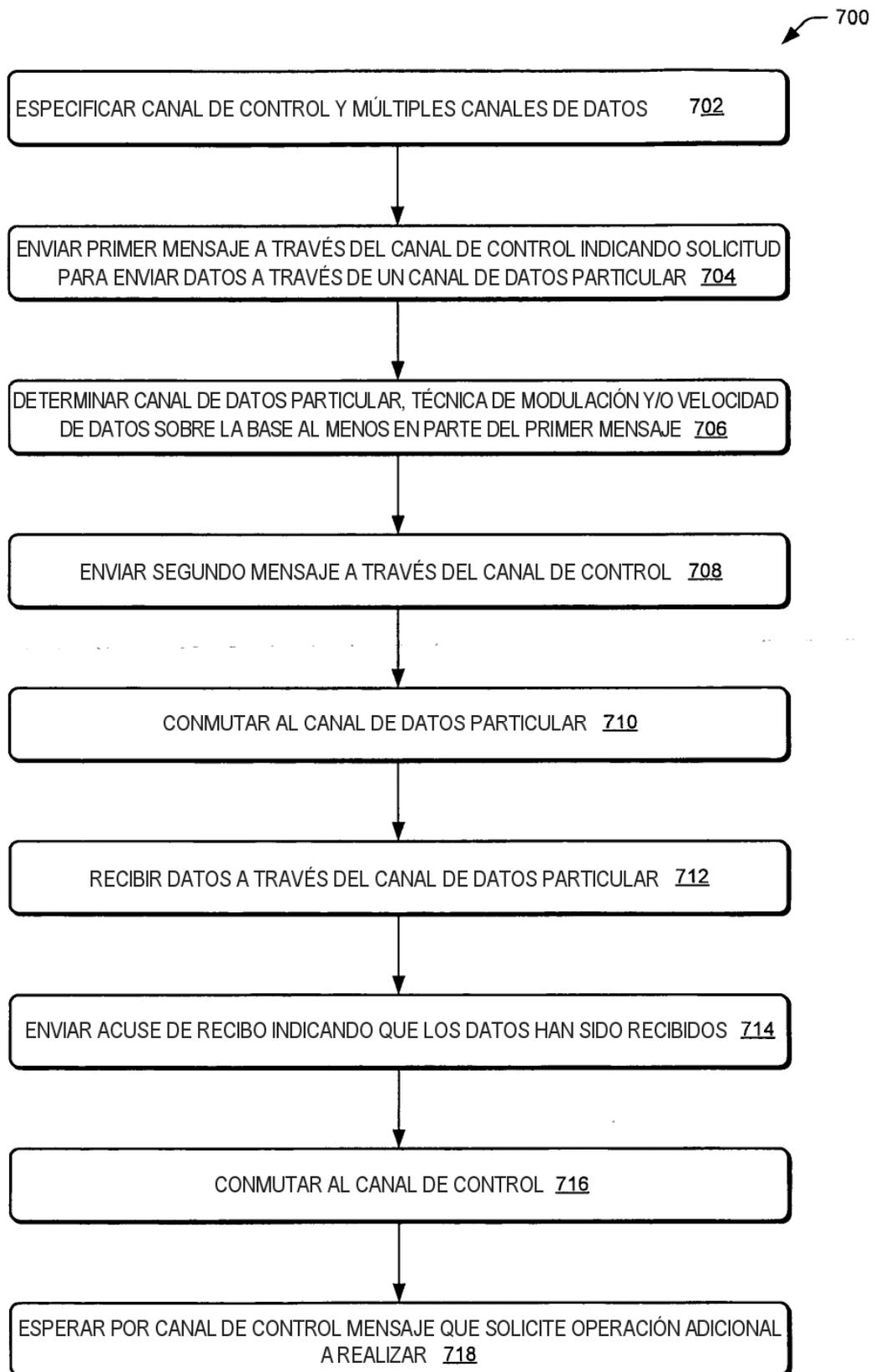


FIG. 7