

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 074**

51 Int. Cl.:

**H04W 74/08** (2009.01)

**H04W 72/12** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2011 E 15201160 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2020 EP 3026977**

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

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.02.2021**

73 Titular/es:

**ITRON GLOBAL SARL (100.0%)  
2111 North 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 2 806 074 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 multifrecuencia con un transceptor de radio

### 5 Antecedentes

Las redes inalámbricas se configuran para muchos propósitos. Pueden configurarse en áreas pequeñas, tal como una residencia, o áreas más grandes, tal como una red de toda la empresa. En algunos casos, las redes inalámbricas se extienden por ciudades enteras, estados, continentes y el por mundo.

10 Generalmente, las redes inalámbricas incluyen una pluralidad de nodos que se comunican entre sí en un mismo canal inalámbrico (por ejemplo, un intervalo de frecuencia predefinido). El cambio a menudo incluye transferir (por ejemplo, transmitir) grandes cantidades de datos entre dos o más nodos. En algunos casos, dos o más de la pluralidad de nodos desean comunicarse en el canal al mismo tiempo.

15 En estas redes, uno o más de la pluralidad de nodos a menudo se ven obligados a esperar para comunicarse en la red. Por ejemplo, debido a un número limitado de canales, un nodo puede verse obligado a transferir datos después de que otro nodo termine de comunicarse en el canal. Este período de espera puede alargarse cuando el otro nodo está transfiriendo una gran cantidad de datos que requiere más tiempo de comunicación.

20 Hay una oportunidad cada vez mayor de transferir datos en una red inalámbrica de manera eficiente.

25 El documento US 2008/0144493 divulga un procedimiento de gestión de interferencias para la prevención/evitación de interferencias/colisiones y la mejora del reuso espacial. Se divulga un procedimiento llamado procedimiento de gestión de interferencia evolutiva (EIM) para evitar/prevenir la interferencia y la colisión y aumentar el rendimiento de la red y la eficiencia energética en las redes inalámbricas.

### Breve descripción de los dibujos

30 La descripción detallada se describe con referencia a las figuras acompañantes. En las figuras, el(los) dígito(s) más a la izquierda de un número de referencia identifica(n) la figura en la que aparece primero el número de referencia. El uso de los mismos números de referencia en diferentes figuras identifica elementos iguales o similares.

La Figura 1 ilustra una arquitectura ilustrativa en la que pueden implementarse las técnicas descritas en la presente memoria.

35 La Figura 2 ilustra un canal de control ilustrativo y canales de datos ilustrativos que pueden usarse para transferir datos entre nodos de una red.

La Figura 3 ilustra un procedimiento ilustrativo de salto de frecuencia para saltar un canal de control sobre una pluralidad de canales.

40 La Figura 4 ilustra una trama ilustrativa de solicitud para enviar que puede comunicarse para solicitar enviar datos a un nodo.

La Figura 5 ilustra una trama ilustrativa de libre para enviar que puede comunicarse para indicar que los datos pueden enviarse a un nodo.

45 La Figura 6 ilustra un procedimiento ilustrativo de enviar un primer mensaje a través de un canal de control que indica una solicitud para enviar datos, recibir un segundo mensaje que indica un canal de datos particular y enviar los datos a través del canal de datos particular.

La Figura 7 ilustra un procedimiento ilustrativo de recibir un primer mensaje a través de un canal de control que indica una solicitud para enviar 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.

### 50 Descripción detallada

Esta divulgación describe técnicas para transferir (por ejemplo, transmitir) datos a través de una red que tiene múltiples nodos, incluidos al menos un primer y segundo nodos, de acuerdo con el procedimiento definido en la reivindicación 1 y el sistema definido en la reivindicación 15. En implementaciones particulares, las técnicas pueden implementarse en una red de múltiples canales en la que un canal físico se divide en un canal de control y en múltiples canales de datos. El primer y segundo nodos pueden comunicar uno o más mensajes a través del canal de control que indican un canal de datos particular de los múltiples canales de datos que pueden usarse para transferir datos entre el primer y el segundo nodo. El uno o más mensajes también pueden indicar una técnica de modulación y/o una velocidad de datos que puede usarse cuando se transfieren los datos. En algunos casos, cada uno de los uno o más mensajes es más corta en longitud que los datos (es decir, cada uno de los mensajes incluye menos bits y/o bytes que los datos).

65 El primer nodo y/o el segundo nodo pueden determinar el canal de datos particular que se usará para transferir datos basado, al menos en parte, en uno o más mensajes. El primer nodo y/o el segundo nodo también pueden determinar la técnica de modulación y/o la velocidad de datos que se usará. El primer nodo y/o el segundo nodo pueden cambiar al canal de datos particular en base a 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 se envían a través del canal de datos particular basado, al menos en parte, en la técnica de modulación y/o la velocidad de datos determinadas. El primer nodo y/o el segundo nodo pueden volver al canal de control después de que los datos se hayan transferido. En algunos casos, el primer nodo y/o el segundo nodo incluyen cada uno un transceptor de radiofrecuencia único que se configura para implementar una pluralidad de técnicas de modulación y/o velocidades de datos diferentes.

Las técnicas descritas en la presente memoria pueden permitir que los datos se transfieran de manera eficiente. Por ejemplo, al especificar 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. Además, al especificar múltiples canales de datos, un primer conjunto de nodos puede transferir datos a través de un primer canal de datos, mientras que un segundo conjunto de nodos transfiere datos a través de un segundo canal de datos. Esto puede permitir que una red aumente el rendimiento de datos en comparación con las técnicas que usan un solo canal. Además, en algunos casos, un nodo puede comunicarse a través de un único transceptor de radiofrecuencia que se configura para implementar una pluralidad de técnicas de modulación y/o velocidades de datos diferentes. Además, al comunicar mensajes cortos en un canal de control y transferir datos largos en un canal de datos, más nodos pueden comunicarse a través del canal de control en comparación con las técnicas que usan un solo canal para comunicar mensajes cortos y datos largos.

Las secciones a continuación son ejemplos que se proporcionan para la conveniencia del lector y no están destinados a limitar el ámbito de las reivindicaciones, ni de las secciones del procedimiento. Además, las técnicas descritas en detalle a continuación pueden implementarse de varias maneras y en varios contextos. Un ejemplo de implementación y contexto se proporciona con referencia a las siguientes figuras, como se describe a continuación con más detalle. Sin embargo, la siguiente implementación y contexto es solo uno de muchos.

### **Arquitectura ilustrativa**

La Figura 1 ilustra una arquitectura ilustrativa 100 en la que pueden implementarse las técnicas descritas en la presente memoria. 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 también están configurados para comunicarse con una oficina central 118 a través de una(s) red(es) 120.

Cada uno de los nodos 102-108 puede implementarse como uno cualquiera de una variedad de dispositivos informáticos convencionales tal como, por ejemplo, medidores de servicios inteligentes (por ejemplo, medidores eléctricos, de gas y/o de agua equipados con comunicaciones bidireccionales), sensores (por ejemplo, sensores de temperatura, estaciones meteorológicas, sensores de frecuencia, etc.), dispositivos de control, enrutadores, reguladores, servidores, relés, interruptores, válvulas o una de sus combinaciones. En algunos casos, los nodos 102-108 forman parte de una o más redes, tal como las redes Autonomous Routing Area (ARA), tal como una Local Area Network (LAN), Personal Area Network (PAN), Home Area Network (HAN), Neighborhood Area Network (NAN), Wide Area Network (WAN), Metropolitan Area Network (MAN), etc. Además, en algunos aspectos de esta divulgación, los nodos 102-108 se implementan en un entorno de red de malla donde 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) que se configura para transmitir y/o recibir señales de RF a través de uno o más de una pluralidad de canales. En algunos casos, la radio 122 puede implementar una 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 de RF que se configura 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 usa una técnica de modulación y/o velocidad de datos asociada con un estándar previamente definido. En algunos casos, la técnica de modulación y/o la velocidad de datos están asociadas con un estándar definido por el Institute of Electrical and Electronics Engineering (IEEE), 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 se seleccionan de la siguiente lista no exhaustiva:

- Modulación Frequency Shift Keying (FSK) con una velocidad de datos de 50 o 150 kbps; separación de canales de 200 o 400 kHz; y/o un primer canal que comienza en 902,2 o 902,4 MHz. La modulación FSK puede usar la corrección de errores de reenvío de código convolucional (FEC).
- Orthogonal Frequency-Division Multiplexing (OFDM) con modulaciones físicas de modulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK), modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) y/o modulación de amplitud en cuadratura (QAM) (por ejemplo, 16-QAM); una velocidad de datos de 50, 100, 200, 300, 400, 600 u 800 kbps; y/o una separación de canales de 400 u 800 kHz. El OFDM puede usar FEC convolucional con una velocidad de codificación de  $\frac{1}{2}$  o  $\frac{3}{4}$ .
- Modulación Direct-Sequence Spread Spectrum (DSSS) con una modulación física de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura desplazada (O-QPSK); una velocidad de datos de 31,25, 125, 250 o 500

kbps; y/o un diseño de canal en base a un estándar previamente definido, como el estándar 802.15.4. El DSSS puede usar FEC convolucional.

5 Además, en implementaciones adicionales, la radio 122 puede usar una técnica de modulación personalizada. En un ejemplo, la técnica de modulación personalizada está asociada con una velocidad de datos de 6 o 10 kbps.

10 La radio 122 incluye una antena (no se ilustra en la Figura 1) que proporciona entrada a un extremo frontal de RF 126. El extremo frontal de RF 126 puede proporcionar funciones de transmisión y/o recepción. El extremo frontal de RF 126 puede incluir componentes analógicos y/o de hardware de alta frecuencia que proporcionan funcionalidad, tal como sintonización y/o atenuación de señales proporcionadas por la antena y obtenidas de uno o más de los nodos 104-108. El extremo frontal de RF 126 puede proporcionar una señal a un procesador de banda base 128.

15 Todo o parte del procesador de banda base 128 puede configurarse como una radio definida por software (SW). En un ejemplo, el procesador de banda base 128 proporciona funcionalidad de selección de frecuencia y/o canal a la radio 122. La radio definida por SW puede incluir componentes que podrían implementarse alternativamente mediante el uso de 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 circuito integrado específico de procesador o aplicación (ASIC) u otro(s) dispositivo(s) informático incorporado. La radio definida por SW puede usar uno(s) procesador(es) 130 y un software definido o almacenado en la memoria 132.

20 Mientras tanto, la unidad de procesamiento 124 puede incluir el(los) procesador(es) 130 acoplado(s) comunicativamente a la memoria 132. La unidad de procesamiento 124 puede incluir además un reloj 134 que se configura para mantener una hora. El reloj 134 puede configurarse además para proporcionar uno o más temporizadores de cuenta atrás o cuenta adelante. Tales temporizadores pueden usarse en el salto de frecuencia de un canal de datos y/o de control.

25 La memoria 132 puede configurarse para almacenar uno o más módulos de software y/o microprograma, que son ejecutables en el(los) procesador(es) 130 para implementar diversas funcionalidades. Si bien los módulos se describen en la presente memoria como ejecutables de software y/o microprograma en un procesador, en otras realizaciones, cualquiera o todos los módulos pueden implementarse en su totalidad o en parte por hardware (por ejemplo, como un ASIC, una unidad de procesamiento especializada, etc.) que ejecutan las funciones o instrucciones descritas.

30 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 hacer que uno o más mensajes y/o datos se envíen y/o reciban 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 que se usará para enviar y/o recibir uno o más mensajes y/o datos. El módulo de conmutación 140 puede hacer que se cambie el canal. La memoria 132 puede incluir además una función de salto de frecuencia 142 usada durante el salto de frecuencia de un canal, tal como un canal de datos o un canal de control.

35 La memoria del sistema 132 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 memoria flash. Los medios legibles por ordenador incluyen medios volátiles y no volátiles, medios extraíbles y no extraíbles implementados en cualquier procedimiento o tecnología para almacenar la información, tal como instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos para su ejecución por uno o más procesadores de un dispositivo informático. Los ejemplos de medios legibles por ordenador incluyen, pero sin limitarse, memoria de cambio de fase (PRAM), memoria estática de acceso aleatorio (SRAM), memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM), otros tipos de memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria de solo lectura programable y borrrable eléctricamente (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 en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio sin transmisión que pueda usarse para almacenar información para el acceso de un dispositivo informático. Como se define en la presente memoria, los medios legibles por ordenador no incluyen medios de comunicación, tal como señales de datos modulados y ondas portadoras.

40 En algunas implementaciones, la información (por ejemplo, un mensaje, datos, etc.) se transfiere en la arquitectura 100 por medio de una unidad de datos de protocolo (PDU). Una PDU puede basarse al menos en concepto en, por ejemplo, el modelo Open Systems Interconnection (OSI) y puede comprender, por ejemplo, un bit, una trama, un paquete, un segmento, etc. En algunos casos, se usan una o más capas del modelo OSI para transferir una o más PDUs entre nodos. Por ejemplo, la capa de enlace de datos del modelo OSI puede usarse para transferir PDUs entre dos o más de los nodos 102-108 en la arquitectura 100. En implementaciones particulares, la subcapa de control de acceso a medios (MAC) de la capa de enlace de datos se usa para transferir PDUs entre dos o más de los nodos 102-108. Además, en algunas implementaciones, puede usarse un procedimiento de acceso para

transferir PDUs, tal como el procedimiento de detección de portadores de acceso múltiple con evitación de colisión (CSMA/CA), por ejemplo.

5 Para facilitar la ilustración, la siguiente descripción se referirá a la transferencia de información en el contexto de la transferencia de PDUs. Como se usa en la presente memoria, el término "PDU de mensaje" se refiere generalmente a una PDU asociada con el control y/o el comando de la transferencia de datos. La PDU de mensaje puede especificar, por ejemplo, un canal de datos que puede usarse para transferir los datos, una técnica de modulación que puede usarse en el canal de datos y/o una velocidad de datos que puede usarse en el canal de datos. En algunos casos, la PDU de mensaje puede estar asociada con un estándar IEEE (por ejemplo, IEEE 802.11, 802.15.4, etc.). Aquí, la PDU de mensaje puede comprender, por ejemplo, una PDU de solicitud de envío (RTS), una PDU de listo para enviar (CTS), una PDU de no listo para enviar (NCTS), etc.

15 Mientras tanto, el término "PDU de datos" se usa en la presente memoria para referirse generalmente a una PDU asociada con datos que se transfieren. Por ejemplo, una PDU de datos puede incluir datos generados y/o proporcionados a un nodo para transferirse a otro nodo. En algunos casos, una PDU de datos puede estar asociada con un estándar IEEE (por ejemplo, IEEE 802.11, 802.15.4, etc.). Aquí, la PDU de datos puede comprender, por ejemplo, Unicast Data y/o Broadcast Data. En algunos casos, una PDU de datos puede incluir la misma información o información similar que se incluye en una PDU de mensaje.

20 Una PDU de mensaje generalmente opera en combinación con una PDU de datos. Por ejemplo, puede transferirse una PDU de mensaje en un canal de control para solicitar que se transfiera una PDU de datos en un canal de datos. En algunos casos, una PDU de datos se transfiere en un canal de datos cuando una PDU de mensaje es más corta en longitud que la PDU de datos. Es decir, la PDU de mensaje incluye menos bits y/o bytes que la PDU de datos. En otros casos, una PDU de datos se transfiere en un canal de control cuando una PDU de mensaje es igual o más larga en longitud que la PDU de datos. Aquí, la PDU de datos puede transferirse sin transferir una PDU de mensaje.

30 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 como 1-N. Cada uno de la pluralidad de canales puede definirse por un intervalo de frecuencia que es igual o diferente para cada uno de la pluralidad de canales. En algunos casos, la pluralidad de canales comprende canales de RF. Como se ilustra, la pluralidad de canales puede comprender un canal de control 144 y múltiples canales de datos 146. En algunos casos, el canal de control 144 se usa para comunicar una o más PDUs de mensaje entre nodos para especificar uno de los canales de datos 146 que se usarán para transferir una o más PDUs de datos. Mientras tanto, los canales de datos 146 pueden usarse para transferir una o más PDUs de datos entre los nodos.

35 En algunas implementaciones, cada uno de los nodos 102-108 divide la ruta de comunicación 110 en el canal de control 144 y en 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 de RF físicos de la ruta de comunicación 110 en el canal de control 144 y en los múltiples canales de datos 146.

40 La(s) red(es) 120, mientras tanto, puede(n) comprender una red inalámbrica o cableada, o una de sus combinaciones. La(s) red(es) 120 puede(n) ser una colección de redes individuales interconectadas entre sí y que funcionan como una sola red grande (por ejemplo, el Internet o una intranet). Los ejemplos de tales redes individuales incluyen, pero sin limitarse, PANs, HANs, LANs, WANs y MANs. Además, las redes individuales pueden ser redes inalámbricas o cableadas, o una de sus combinaciones.

50 La oficina central 118 puede implementarse mediante uno o más dispositivos informáticos, tal como servidores, computadoras personales, computadoras portátiles, etc. El uno o más dispositivos informáticos pueden estar equipados con uno o más procesadores acoplados comunicativamente a la memoria. En algunos ejemplos, la oficina central 118 incluye un sistema centralizado de gestión de datos de medidores que realiza el procesamiento, análisis, almacenamiento y/o gestión de datos recibidos de uno o más de los nodos 102-108. Por ejemplo, la oficina central 118 puede procesar, analizar, almacenar y/o gestionar los datos obtenidos de un medidor de servicios inteligente, sensor, dispositivo de control, enrutador, regulador, servidor, relé, interruptor, válvula y/u otros nodos. Aunque el ejemplo de la Figura 1 ilustra la oficina central 118 en una única ubicación, en algunos ejemplos, la oficina central 118 puede distribuirse entre múltiples ubicaciones y/o puede eliminarse por completo (por ejemplo, en el caso de una plataforma informática distribuida altamente descentralizada).

60 La Figura 2 ilustra un entorno ilustrativo 200 para transferir una o más PDU(s) de mensaje y/o PDU(s) de datos entre un primer nodo 202 y un segundo nodo 204. El primer y segundo nodos 202 y 204 pueden ser similares o iguales a los nodos 102-108 en la Figura 1. Aquí, el primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204 pueden transferir una o más PDU(s) de mensaje y/o PDU(s) de datos a través de un canal de control 206 y/o canales de datos 208-212.

65 En un ejemplo, el primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204 escuchan el canal de control 206 para una PDU de mensaje que solicita que el primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204 intercambien información (por ejemplo, una PDU de mensaje, una 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 con el canal de control 206. El canal de control 206 puede ser estático o saltar de acuerdo con un patrón de salto de frecuencia predefinido.

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

15 En algunos casos, el primer nodo 202 puede enviar la primera PDU de mensaje varias veces. Aquí, el primer nodo 202 puede enviar la primera PDU de mensaje en base a una primera técnica de modulación. Si una respuesta (por ejemplo, la segunda PDU de mensaje) del segundo nodo 204 no se recibe dentro de un período de tiempo predeterminado, entonces el primer nodo 202 puede enviar la primera PDU de mensaje nuevamente en base a una segunda técnica de modulación (por ejemplo, una técnica de modulación diferente a la primera técnica de modulación) y/o diferentes canales y/o diferentes velocidades de datos. Este procedimiento puede repetirse cualquier número de veces hasta que se reciba una respuesta desde el segundo nodo 204. Al hacerlo, el primer nodo 202 puede usar diferentes ventajas de diferentes técnicas de modulación.

20 En algunos aspectos de esta divulgación, la primera técnica de modulación está asociada con un intervalo de conectividad diferente, intensidad de señal, relación señal/ruido, nivel de potencia, velocidad de datos, etc. El intervalo de conectividad puede referirse a una distancia a la que puede recibirse una señal. En algunas implementaciones, la segunda técnica de modulación está asociada con un intervalo de conectividad que es mayor que un intervalo de conectividad asociado con la primera técnica de modulación. Además, en algunas implementaciones, la segunda técnica de modulación está asociada con una velocidad de datos que es menor que una velocidad de datos asociada con la primera técnica de modulación.

30 Alternativa, o adicionalmente, la primera técnica de modulación y/o la segunda técnica de modulación pueden incluir técnicas predefinidas. Para ilustrar, la primera técnica de modulación puede usar, por ejemplo, la modulación FSK, mientras que la segunda técnica de modulación puede usar OFDM o DSSS.

35 Mientras tanto, la primera PDU de mensaje y/o la segunda PDU de mensaje pueden especificar un canal de datos particular de los múltiples canales de datos 208-212 que pueden usarse para transferir una PDU de datos. La primera PDU de mensaje y/o la segunda PDU de mensaje también pueden especificar una técnica de modulación y/o velocidad de datos que puede usarse en el canal de datos particular mientras se transfiere la PDU de datos. Además, la primera PDU de mensaje y/o la segunda PDU de mensaje pueden especificar un número de PDUs de datos que pueden transferirse en el canal de datos particular.

40 En algunas implementaciones, la primera PDU de mensaje y/o la segunda PDU de mensaje especifica las capacidades de uno o más de los nodos 202 y 204. Las capacidades pueden incluir, por ejemplo, un máximo, mínimo, preferido y/o intervalo de canales de datos, técnicas de modulación y/o velocidades de datos. Las capacidades pueden diferir debido a, por ejemplo, diferentes tipos de dispositivos (por ejemplo, medidor frente a enrutador celular), generación de un dispositivo, modelo de un dispositivo, etc. Para ilustrar, el primer nodo 202 puede enviar una primera PDU de mensaje que indica que el primer nodo 202 incluye recursos de hardware y/o software para transmitir y/o recibir una PDU de datos a una velocidad de datos particular y/o con una técnica de modulación particular. La primera PDU de mensaje puede adicional, o alternativamente, especificar un canal de datos preferido de los múltiples canales de datos 208-212 y/o una lista de canales de datos disponibles.

50 En base a la primera PDU de mensaje y/o a la segunda PDU de mensaje, el primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204 pueden determinar un canal de datos particular que se usará para transferir una PDU de datos, una técnica de modulación que se usará en el canal de datos particular y/o una velocidad de datos que se usará 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 PDU de mensaje desde el primer nodo 202, mientras que en otros ejemplos el primer nodo 202 puede realizar la determinación.

60 En algunos casos, un canal de datos particular se determina en base a una pluralidad de canales de datos que pueden estar disponibles para el primer nodo 202 y/o para el segundo nodo 204. En una implementación, el segundo nodo 204 recibe una primera PDU de 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 segunda PDU de mensaje al primer nodo 202 indicando que el canal de datos particular ha sido seleccionado para transferir una PDU de datos.

65 Alternativa, o adicionalmente, un canal de datos particular puede determinarse en base a un canal de datos preferido especificado en, por ejemplo, la primera PDU de mensaje y/o la segunda PDU de mensaje. En una implementación, el segundo nodo 204 recibe una primera PDU de mensaje del primer nodo 202 que indica un canal de datos

preferido. Aquí, el segundo nodo 204 puede seleccionar el canal de datos preferido y enviar una segunda PDU de mensaje al primer nodo 202 indicando que se ha seleccionado el canal de datos preferido. En el ejemplo de la Figura 2, el canal de datos 212 representa el canal de datos particular que se determina para transferir la PDU de datos.

5 En algunos casos, un canal de datos particular, una técnica de modulación y/o una velocidad de datos puede determinarse en base a las capacidades del primer nodo 202 y/o del segundo nodo 204. Por ejemplo, si el segundo nodo 204 recibe una PDU de mensaje del primer nodo 202 que indica las capacidades del primer nodo 202, entonces el segundo nodo 204 puede comparar estas capacidades con las capacidades del segundo nodo 204. En base a 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 los recursos de hardware y/o software del primer nodo 202 y del segundo nodo 204.

15 En algunas implementaciones, una velocidad de datos determinada puede ser una velocidad de datos común máxima entre una pluralidad de velocidades de datos que pueden ser soportadas por el primer nodo 202 y por el segundo nodo 204. Alternativa, o adicionalmente, la velocidad de datos determinada puede ser una velocidad propuesta en la primera PDU de mensaje y/o en la segunda PDU de mensaje. Mientras tanto, la técnica de modulación determinada puede ser una técnica de modulación común que está asociada con, por ejemplo, una velocidad de datos máxima y/o un intervalo de conectividad máximo entre una pluralidad de técnicas de modulación que pueden ser implementadas por el primer nodo 202 y por el segundo nodo 204.

25 En algunos casos, la técnica de modulación y/o la velocidad de datos determinadas son diferentes de las que se usan en el canal de control, mientras que en otros casos la técnica de modulación y/o la velocidad de datos determinadas son las mismas. Por ejemplo, la técnica de modulación determinada puede ser una técnica que proporciona un intervalo de conectividad más largo o más corto que la técnica de modulación usada en el canal de control. Mientras tanto, la velocidad de datos determinada puede ser mayor, igual o menor que una velocidad de datos implementada en el canal de control. En algunos casos, la técnica de modulación y/o la velocidad de datos determinadas pueden ser menos susceptibles a la interferencia que otras técnicas de modulación y/o velocidades de datos disponibles para el primer y el segundo nodo 202 y 204.

Además, en algunos casos, la técnica de modulación y/o la velocidad de datos determinadas pueden basarse en una distancia entre el primer y el segundo nodo 202 y 204. Por ejemplo, si la distancia es mayor que un umbral, entonces puede seleccionarse una técnica de modulación particular y/o velocidad de datos que sea más adecuada para comunicar una señal a larga distancia (por ejemplo, una distancia mayor que el umbral).

Después de que se determina un canal de datos particular, la técnica de modulación y/o la velocidad de datos, el primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204 pueden cambiar del canal de control 206 al canal de datos particular. El primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204 pueden cambiar sintonizándose a una frecuencia asociada con el canal de datos particular. Como se indicó anteriormente, el canal de datos 212 en la Figura 2 representa el canal de datos particular que se determina.

El primer nodo 202 y el segundo nodo 204 pueden transferir una PDU de datos a través del canal de datos particular. Aquí, el primer nodo 202, por ejemplo, puede enviar una 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 PDU de datos en base a la técnica de modulación y/o a la velocidad de datos determinada a partir de la primera PDU de mensaje y/o de la segunda PDU de mensaje. Como se indicó anteriormente, la PDU de datos puede, en algunos casos, transferirse a través del canal de datos particular cuando la PDU de datos es más larga en longitud que la primera PDU de mensaje y/o que la segunda PDU de mensaje transferida al canal de control 206.

Después de que se haya transferido la PDU de datos, el primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204 pueden cambiar del canal de datos 212 al canal de control 206. En algunos casos, el primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204 cambian en respuesta a recibir o enviar una PDU de confirmación que indica que se recibió la PDU de datos. La PDU de confirmación puede comprender, por ejemplo, una señal de confirmación (ACK) definida en un estándar IEEE, tal como el estándar IEEE 802.15.4. La PDU de confirmación puede enviarse a través del canal de datos 212. En otros casos, el primer nodo 202 y/o el segundo nodo 204 pueden cambiar al canal de control 206 después de que haya pasado un tiempo predeterminado desde que se recibió y/o envió la PDU de datos.

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

Mientras tanto, en algunos casos, mientras que los nodos 202 y 204 usan el canal de datos 212, otros nodos pueden usar 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 PDU de datos en el canal de datos 212, otros dos o más nodos pueden especificar un canal de

datos particular a través del canal de control 206 y cambiar al canal de datos particular para transferir datos. El canal de datos particular puede ser un canal de datos diferente al usado por el primer y por segundo nodos 202 y 204, tal como el canal de datos 208 o 210. Esto puede permitir que múltiples nodos en una red usen un canal de control común. Además, esto puede permitir que los primeros nodos transfieran datos en un primer canal de datos mientras que los segundos nodos transfieren datos simultáneamente/concurrentemente en un segundo canal de datos. En algunos casos, esto puede aumentar el rendimiento de datos de la red en comparación con las redes que no usan un canal de control y/o múltiples canales de datos, tal como las redes con un solo canal.

Además, en los casos en que una PDU de datos es más larga en longitud que una primera PDU de mensaje y/o que una segunda PDU de mensaje, puede usarse un canal de control común transfiriendo las PDUs de mensajes cortos en el canal de control y transfiriendo las PDUs de datos largos en uno o más canales de datos. Esto puede aumentar además el rendimiento de datos de la red en comparación con las redes que no usan un canal de control y/o múltiples canales de datos.

Aunque las técnicas descritas en la presente memoria ilustran la transferencia de una PDU a un nodo a la vez, la PDU puede transferirse alternativa o adicionalmente a más de un nodo a la vez. Por ejemplo, la PDU puede transferirse a una pluralidad de nodos al mismo tiempo, por ejemplo, transmitiendo la PDU a la pluralidad de nodos. Aquí, la PDU puede transmitirse a través de, por ejemplo, un canal de control y/o un canal de datos particular que se especifica previamente a la pluralidad de nodos. Además, en algunos casos, cuando se transfiere una PDU a un nodo único, uno o más nodos en la cercanía al nodo único pueden escuchar (por ejemplo, recibir) la transmisión.

### **Salto de frecuencia ilustrativo**

La Figura 3 ilustra un procedimiento de salto de frecuencia 300 ilustrativo para saltar de frecuencia un canal de control 302 sobre una pluralidad de canales. Como se ilustra, el canal de control 302 se salta sobre los canales 1-N de manera que el canal de control 302 se encuentra en un canal 1 en un momento  $t_0$ , en un canal 3 en un momento  $t_1$ , y en un canal N-1 en un momento  $t_2$ . Los canales 1-N están definidos por un intervalo de frecuencia. Por ejemplo, el canal 1 se define entre una frecuencia  $f_0$  y  $f_1$ .

El salto de frecuencia puede estar asociado con una secuencia de salto de frecuencia. Esta secuencia puede transmitirse a uno o más nodos de una red que puede usar los canales 1-N. En algunos casos, la secuencia se transmite desde un nodo particular en la red que iniciará el salto de frecuencia. El nodo particular puede comprender, por ejemplo, un coordinador de la red, tal como un coordinador PAN.

En algunos casos, los canales de datos de la red también se saltan sobre los canales 1-N a medida que se salta el canal de control 302. Por ejemplo, cuando el canal de control 302 está ubicado en el canal 1, los canales de datos pueden definirse a partir de los canales 2-N. Posteriormente, cuando el canal de control 302 está ubicado en el canal 3, los canales de datos pueden definirse a partir de los canales 1, 2 y 4-N. Además, en algunos casos, el salto de frecuencia se implementa mediante subcapas MAC de los nodos de la red.

En algunas implementaciones, el salto de frecuencia puede implementarse para reducir o mitigar la interferencia de radio que puede afectar el cambio en una red.

Se apreciará que el salto de frecuencia que se ilustra en la Figura 3 es una implementación ilustrativa, y que el salto de frecuencia puede implementarse de otras maneras y/o en base a otras secuencias de salto. Por ejemplo, aunque el ejemplo de la Figura 3 usa una secuencia de salto que salta el canal de control 302 del canal 1 al canal 3, y luego del canal 3 al canal N-1, puede usarse una secuencia de salto diferente para saltar el canal de control 302 a cualquiera de los canales 1-N en cualquier orden.

### **Unidades de datos de protocolo ilustrativas**

Las Figuras 4-5 ilustran PDUs ilustrativas que pueden transferirse a través de un canal de control y/o un canal de datos. En particular, la Figura 4 ilustra un ejemplo de trama 400 de solicitud de envío (RTS) que puede usarse para indicar que un nodo desea enviar datos a otro nodo, mientras que la Figura 5 ilustra un ejemplo de trama 500 de libre para enviar (CTS) que puede usarse 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 usarse otras estructuras de PDU para los mensajes RTS, los mensajes CTS u otras comunicaciones que transmiten información asociada con una red de comunicación de múltiples canales.

Con referencia a la Figura 4, la trama de ejemplo RTS 400 puede usarse para informar a los nodos vecinos que un nodo desea enviar datos y no estará disponible para 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 receptor previsto. Como se muestra en la Figura 4, la trama RTS incluye los siguientes campos: control de trama (FC), número de secuencia, identificador de red de área personal de destino (PAN), dirección de destino, identificador PAN de origen, dirección de origen, encabezado de seguridad auxiliar, carga útil y secuencia de

verificación de trama (FCS). Los detalles de los campos anteriores de la trama RTS distintos de la carga útil se conocen bien para los expertos en la técnica y no se describen en detalle en la presente memoria. Sin embargo, la carga útil de la trama RTS 400 está personalizada para implementar las técnicas descritas anteriormente, así como también otras funcionalidades. La carga útil puede ser de tamaño variable y puede incluir, por ejemplo, uno o más de los siguientes campos:

- Tipo: Este campo indica un tipo de trama, por ejemplo, RTS, CTS, no libre para enviar (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 de dispositivo, y/o cualquier otra información que puede usarse para determinar las capacidades del nodo (por ejemplo, alimentado por batería, técnicas de modulación y/o velocidades de datos soportados por el nodo).
- Rango: Este campo indica un protocolo de enrutamiento para el rango de redes de baja potencia y con pérdida (RPL) (si se conoce) del nodo que está enviando la trama RTS. Este campo puede usarse por un nodo receptor para enrutar la detección de consistencia en la subcapa MAC.
- DODAG\_ID: Este campo es un identificador (ID) Destination Oriented Directed Acyclic Graph (DODAG), que identifica una raíz DODAG (por ejemplo, un enrutador de borde de red, enrutador celular, relé, etc.), a través del cual el nodo que envía el RTS está conectado a una red de retorno, tal como Internet, para el cambio con una oficina central u otro dispositivo informático 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 la(s) red(es) 120, que puede(n) comprender una(s) red(es) de retorno. El DODAG\_ID permite que un nodo que recibe la trama RTS acepte o rechace la trama RTS verificando las condiciones de consistencia de enrutamiento en la subcapa MAC.
- Duración: Este campo indica un tiempo total esperado para intercambiar la(s) trama(s) de datos especificados en el RTS. La duración puede incluir el tiempo para transmitir las tramas de datos especificadas, los tiempos de espera como la separación entre tramas (IFS) (por ejemplo, SIFS, GIFS, etc.) y las respuestas de confirmación (ACK) o no confirmación (NACK). El campo de duración puede usarse para determinar la duración de que un nodo estará ocupado comunicándose con otro nodo y, por lo tanto, no estará disponible para recibir.
- Ch. Encendido: Este campo incluye un indicador que indica si el RTS incluye una lista de canales.
- 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 los canales disponibles y especificar este canal elegido dentro de una trama CTS. En algunos ejemplos, la lista de canales puede incluir menos que todos los canales que están disponibles para un nodo. Por ejemplo, si se emplea una modulación DSSS, la lista de canales puede estar limitada a 13 canales en la banda Industrial, Científica y Médica (ISM) de 915 MHz. La lista de canales puede comprender, por ejemplo, una lista de canales calificados entre el nodo que envió el RTS y el nodo que recibió el RTS. La lista de canales calificados puede mantenerse en la memoria del nodo que envió el RTS y/o en el nodo que recibió el RTS.
- Parámetros de Velocidad de Datos (DR): 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 usar este campo para determinar una velocidad de datos de la que son capaces tanto los nodos emisores como los receptores. La velocidad de datos determinada puede enviarse al nodo emisor mediante el uso de una trama CTS. La velocidad de datos determinada se establecerá a lo máximo en la velocidad de datos máxima de uno de los dos nodos más lentos. En consecuencia, si el RTS propone una velocidad de datos más alta de la que es capaz el nodo receptor, el nodo receptor establecerá una velocidad de datos más baja (a lo máximo, la velocidad de datos máxima del nodo receptor) al enviar la trama CTS.
- Data\_ID: Este campo incluye una ID de un paquete de datos. Esta ID puede estar presente dentro de la trama RTS. Este campo puede usarse si, por ejemplo, el paquete de datos fue recibido por un nodo particular pero no se recibió una confirmación en un nodo que envió el paquete de datos. En este caso, el nodo que envió el paquete de datos con ID de Datos puede suponer que el paquete de datos no se recibió y puede reenviar una trama RTS para el mismo Data\_ID. En algunos casos, cuando el nodo particular realiza un seguimiento de una serie de los últimos Data\_IDs recibidos, el nodo particular puede responder con una trama ACK en lugar de una trama CTS, y evitar así una retransmisión del paquete de datos.
- F\_ID: Este campo incluye una ID de trama MAC de la trama RTS y puede usarse para detectar tramas RTS duplicadas. El nodo receptor de la trama RTS puede copiar esta 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 la F ID en la trama CTS para determinar si la trama CTS es la trama esperada (por ejemplo, la trama CTS es una respuesta a la trama RTS que el nodo envió previamente).
- NP: Este campo indica una cantidad de paquetes que se intercambiarán con un nodo que recibe la trama RTS. Este campo le dice al nodo receptor cuántos paquetes escuchar en un canal de datos especificado antes de volver a escuchar en el canal de control. Este campo también puede ser útil para determinar la disponibilidad de canales particulares.
- Pre\_Ch: Este campo indica un canal que un nodo prefiere usar para intercambiar tramas de datos. Por defecto, el destinatario de la trama RTS puede seleccionar este canal para el intercambio de datos, si es posible. Sin embargo, si este canal está ocupado o de cualquier otra manera no está disponible para el nodo receptor, el nodo receptor puede designar un canal diferente en el CTS.

- DIR: Este campo indica si el tráfico proviene de una raíz o se debe enviar a la raíz. Se dice que el tráfico enviado desde una raíz hacia una hoja está "aguas abajo", mientras que todas las comunicaciones enviadas hacia la raíz están "aguas arriba". El campo puede establecerse en 1 para tráfico aguas arriba y 0 para tráfico aguas abajo, por ejemplo.

5 La Figura 5, mientras tanto, ilustra un ejemplo de mensaje CTS 500 en forma de una trama que puede comunicarse 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 algunos casos, la trama CTS 500 se usa para informar a los nodos vecinos 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 período de tiempo especificado. En el ejemplo de la Figura 5, la trama CTS 500 incluye los siguientes campos: FC, número de secuencia, identificador PAN de destino, dirección de destino, identificador PAN de origen, dirección de origen, encabezado de seguridad auxiliar, carga útil y FCS. Los detalles de los campos anteriores de la trama CTS 500 distintos de la carga útil se conocen bien para los expertos en la técnica y no se describen en detalle en la presente memoria. Sin embargo, la carga útil de la trama CTS 500 está personalizada para implementar las técnicas descritas anteriormente, así como también otras funcionalidades. La carga útil de la trama CTS 500 puede ser de tamaño variable y puede incluir, por ejemplo, uno o más de los siguientes campos:

- Tipo: Este campo puede indicar información similar a la descrita anteriormente en 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 incluye parámetros de hardware (por ejemplo, tipo de dispositivo, versión o generación de dispositivo, etc.) de un nodo que recibió la trama RTS (es decir, el nodo que enviará la trama CTS).
- Rango: Este campo es análogo al campo correspondiente de la trama RTS, pero como se aplica a la trama CTS. Este campo puede usarse para clasificar las rutas de comunicación de acuerdo con su calidad relativa.
- DODAG\_ID: Este campo es análogo al campo correspondiente de la trama RTS, pero como se aplica a la trama CTS. Específicamente, este campo es un identificador DODAG que proporciona una opción para un nodo que recibe la trama CTS para aceptar o rechazar verificando las condiciones de consistencia de enrutamiento en una subcapa MAC.
- Duración: Este campo es análogo al campo correspondiente de la trama RTS, pero como se aplica a la trama CTS, y puede usarse para determinar la disponibilidad y la duración de la disponibilidad.
- Canal: Este campo indica un canal de datos seleccionado por el nodo que recibió la trama RTS.
- DR: Este campo indica una velocidad de datos seleccionada por el nodo que recibió la trama RTS. La velocidad de datos puede ser la misma (si el nodo receptor es capaz de la velocidad de datos) o diferente a la velocidad de datos especificada en el RTS (si el nodo receptor no es capaz de la velocidad de datos especificada en el RTS). Esta velocidad de datos puede implementarse para transferir datos en un canal de datos.
- F\_ID: Este campo incluye una ID de trama MAC de la trama CTS, que puede ser idéntica a una F ID de una trama RTS.

40 En algunos casos, uno o más de los campos anteriores incluidos dentro de la trama RTS 400 de la Figura 4 y/o de la trama CTS 500 de la Figura 5 pueden usarse por uno o más nodos para determinar un canal de datos particular a partir de múltiples canales de datos, una técnica de modulación a usar en el canal de datos particular, y/o una velocidad de datos a implementar en el canal de datos particular.

45 Por ejemplo, un primer nodo puede enviar una trama RTS a un segundo nodo solicitando transferir datos con el segundo nodo. La trama RTS puede incluir uno o más de los campos indicados anteriormente, como HW, Ch. Lista, DR y/o Pre\_CH. En base a uno o más 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 una trama CTS al primer nodo que indica el canal de datos particular, la técnica de modulación y/o la velocidad de datos que se han seleccionado para transferir los datos.

50 Como se discutió anteriormente, las tramas RTS y CTS 400 y 500 son simplemente ejemplos de algunas PDUs que pueden usarse para implementar las técnicas descritas en la presente memoria. En otras realizaciones, pueden emplearse varias otras PDUs para implementar las técnicas descritas.

### 55 Procedimientos ilustrativos

60 Las Figuras 6-7 ilustran procedimientos ilustrativos 600 y 700 de comunicar uno o más mensajes a través de un canal de control y transferir datos a través de un canal de datos particular. Los procedimientos 600 y 700 (así como también cada procedimiento descrito en la presente memoria) se ilustran como un diagrama de flujo lógico, cada una de las cuales representa una secuencia de operaciones que pueden implementarse en hardware, software o una de sus combinaciones. En el contexto del software, las operaciones representan instrucciones ejecutables por ordenador almacenadas en uno o más medios de almacenamiento legibles por ordenador que, cuando son ejecutadas por uno o más procesadores, realizan las operaciones recitadas. Generalmente, las instrucciones ejecutables por ordenador incluyen rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos y similares que realizan funciones particulares o implementan tipos particulares de datos abstractos. El orden en el que se describen

las operaciones no está destinado a interpretarse como una limitante, y cualquier número de las operaciones descritas puede combinarse en cualquier orden y/o en paralelo para implementar los procedimientos.

5 En la Figura 6, el procedimiento 600 puede realizarse por un nodo que enviará datos (por ejemplo, una PDU de datos). Mientras que en la Figura 7, el procedimiento 700 puede realizarse 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 de datos dado. Sin embargo, debe entenderse que cada nodo puede funcionar como un nodo emisor y un nodo receptor según sea necesario.

10 Como se ilustra en la Figura 6, el procedimiento 600 incluye una operación 602 para especificar un canal de control y múltiples canales de datos de una pluralidad de canales. En algunos casos, la operación 602 se realiza en una subcapa MAC. La operación 600 incluye además una operación 604 para enviar un primer mensaje a través del canal de control que indica una solicitud para enviar datos. El primer mensaje puede enviarse a un nodo receptor.

15 El procedimiento 600 incluye además una operación 606 para recibir un segundo mensaje a través del canal de control. El segundo mensaje puede recibirse desde el nodo receptor. En algunos casos, el segundo mensaje indica un canal de datos particular de los múltiples canales de datos, una técnica de modulación que se usará en el canal de datos particular y/o una velocidad de datos del canal de datos particular que se determinó en el nodo receptor para transferir los datos. El procedimiento 600 puede entonces proceder a una operación 608 para cambiar al canal de datos particular. La operación 608 puede realizarse en base al canal de datos particular que se indica en el segundo mensaje.

25 El procedimiento 600 incluye además una operación 610 para enviar los datos a través del canal de datos particular al, por ejemplo, nodo receptor. En algunos casos, los datos se envían en base a la técnica de modulación y/o a la velocidad de datos indicada en el segundo mensaje. El procedimiento 600 incluye una operación 612 para recibir una confirmación que indica que se han recibido los datos. La confirmación puede recibirse, por ejemplo, del nodo receptor.

30 El procedimiento 600 incluye además una operación 614 para cambiar al canal de control. En algunos casos, la operación 614 se realiza en respuesta a la recepción de la confirmación, mientras que en otros casos la operación 614 se realiza después de que haya expirado un período de tiempo predeterminado. El procedimiento 600 incluye una operación 616 para escuchar en el canal de control un mensaje que solicita una operación adicional a realizar, por ejemplo, por el nodo emisor.

35 Mientras tanto, el procedimiento 700 en la Figura 7 puede realizarse por un nodo receptor. El procedimiento 700 incluye una operación 702 para especificar un canal de control y múltiples canales de datos de una pluralidad de canales. En algunos casos, la operación 702 se realiza en una subcapa MAC. El procedimiento 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 recibirse de un nodo emisor. Además, el procedimiento 700 incluye una operación 706 para determinar un canal de datos particular de los múltiples canales de datos, una técnica de modulación que se usará en el canal de datos particular, y/o una velocidad de datos del canal de datos particular basada, al menos en parte, en el primer mensaje. El procedimiento 700 incluye una operación 708 para enviar un segundo mensaje a través del canal de control al, por ejemplo, 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 determinada en la operación 706.

50 El procedimiento 700 incluye además una operación 710 para cambiar al canal de datos particular determinado en la operación 706. La operación 710 puede realizarse en respuesta al envío del segundo mensaje. El procedimiento 700 incluye además una operación 712 para recibir los datos a través del canal de datos particular. Además, el procedimiento 700 incluye una operación 714 para enviar una confirmación que indica que se han recibido los datos. La operación 714 puede realizarse después de que se hayan recibido los datos.

55 Además, el procedimiento 700 incluye una operación 716 para cambiar al canal de control. La operación 716 puede realizarse en respuesta al envío de la confirmación. Alternativa, o adicionalmente, la operación 716 puede realizarse después de que haya expirado un período de tiempo predeterminado desde que se han recibido los datos, o una porción de los mismos, y/o desde que se cambia al canal de datos particular. Aquí, la expiración del período de tiempo predeterminado puede basarse en un temporizador. El procedimiento 700 incluye una operación 718 para escuchar en el canal de control un mensaje que solicita una operación adicional a realizar, por ejemplo, por el nodo receptor.

60 **Conclusión**

65 Aunque las realizaciones se han descrito en un lenguaje específico para características estructurales y/o actos metodológicos, debe entenderse que la divulgación no se limita necesariamente a las características o actos específicos descritos. Más bien, las características y los actos específicos se divulgan en la presente memoria como formas ilustrativas de implementar las realizaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento, que comprende:  
 5 comunicar, entre el primer y el segundo nodo de una red, uno o más mensajes a través de un canal de control (206), indicando el uno o más mensajes una velocidad de datos máxima que está soportada por al menos uno de los nodos, estando al menos uno de los nodos asociado con un medidor de servicios;  
 determinar un canal de datos particular (208) a partir de múltiples canales de datos, siendo el canal de control y los múltiples canales de datos los canales de la red;  
 10 determinar una velocidad de datos común máxima que está soportada por el primer y segundo nodos basado, al menos en parte, en uno o más mensajes;  
 cambiar al canal de datos particular (208) basado, al menos en parte, en la determinación del canal de datos particular (208);  
 enviar o recibir datos a través del canal de datos particular (208) a la velocidad de datos común máxima; y  
 15 cambiar al canal de control (206) al finalizar el envío o la recepción de los datos a través del canal de datos particular (208).
  
2. El procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el uno o más mensajes identifican el canal de datos particular, una técnica de modulación y una cantidad de unidades de datos que se enviarán a través del canal de datos particular.
  
- 20 3. El procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende, además:  
 enviar o recibir una confirmación que indique que se recibieron los datos;  
 en el que el cambio al canal de control incluye el cambio al canal de control en respuesta al envío o recepción de la confirmación.
  
- 25 4. El procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que:  
 el cambio de uno o más mensajes incluye el envío de un mensaje que indica una solicitud para enviar los datos a un nodo del primer y segundo nodos; y  
 el envío o recepción incluye enviar los datos al nodo a través del canal de datos particular.
  
- 30 5. El procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que:  
 el cambio de uno o más mensajes incluye recibir un mensaje que indica una solicitud para enviar los datos a un nodo del primer y segundo nodos; y  
 el envío o recepción incluye recibir los datos en el nodo a través del canal de datos particular.
  
- 35 6. El procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el envío o la recepción incluye enviar o recibir los datos a través del canal de datos particular entre el primer y el segundo nodo, mientras que otros datos se transfieren entre otros nodos a través de otro canal de datos de los múltiples canales de datos.
  
- 40 7. El procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende, además:  
 determinar una técnica de modulación que se usará durante el envío o la recepción de los datos basados, al menos en parte, en una distancia entre el primer y el segundo nodos.
  
- 45 8. El procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende, además:  
 el salto de frecuencia del canal de control basado, al menos en parte, en una secuencia de salto de frecuencia.
  
9. El procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el uno o más mensajes comunicados a través del canal de control son cada uno más pequeños en tamaño de datos que los datos enviados o recibidos a través del canal de datos particular.
  
- 50 10. El procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el cambio del uno o más mensajes incluye comunicar el uno o más mensajes a través del canal de control a una velocidad de datos que es menor que la velocidad de datos común máxima.
  
- 55 11. El procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la comunicación comprende:  
 enviar el uno o más mensajes por primera vez a través del canal de control basado, al menos en parte, en una primera técnica de modulación; y  
 enviar el uno o más mensajes por segunda vez a través del canal de control basado, al menos en parte, en una segunda técnica de modulación cuando una respuesta al uno o más mensajes enviados la primera vez no se recibe dentro de un período de tiempo predeterminado, siendo la segunda técnica de modulación diferente a la primera técnica de modulación.
  
- 60 12. El procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el uno o más mensajes incluyen menos bits y/o bytes que los datos.
  
- 65

13. El procedimiento de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el uno o más mensajes incluyen una porción de carga útil personalizada que especifica la velocidad de datos máxima que se soporta por un nodo que envía o recibe una trama de solicitud de envío (RTS).
- 5 14. Uno o más medios legibles por ordenador que almacenan instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando son ejecutadas por uno o más procesadores de uno del primer y segundo nodos, hacen que uno o más procesadores realicen el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 13.
- 10 15. Un sistema, que comprende:  
un transceptor de radiofrecuencia (RF) que se configura para implementar una pluralidad de diferentes técnicas de modulación y/o velocidades de datos;  
uno o más procesadores; y  
lógica operativa de almacenamiento de memoria que cuando se ejecuta hace que uno o más procesadores realicen el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 13, realizándose el procedimiento al menos en parte mediante el uso del transceptor de RF.
- 15

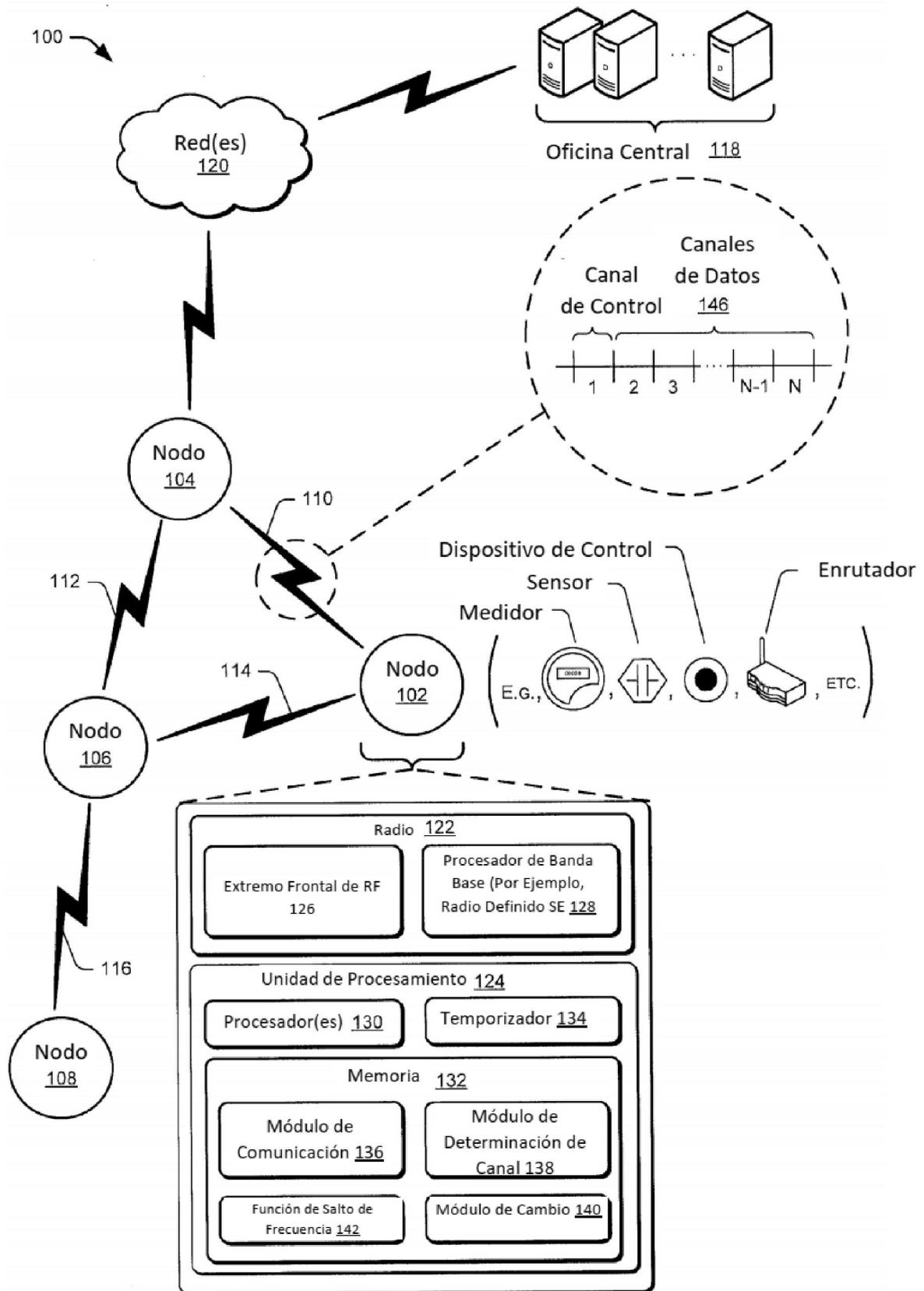


Figura 1

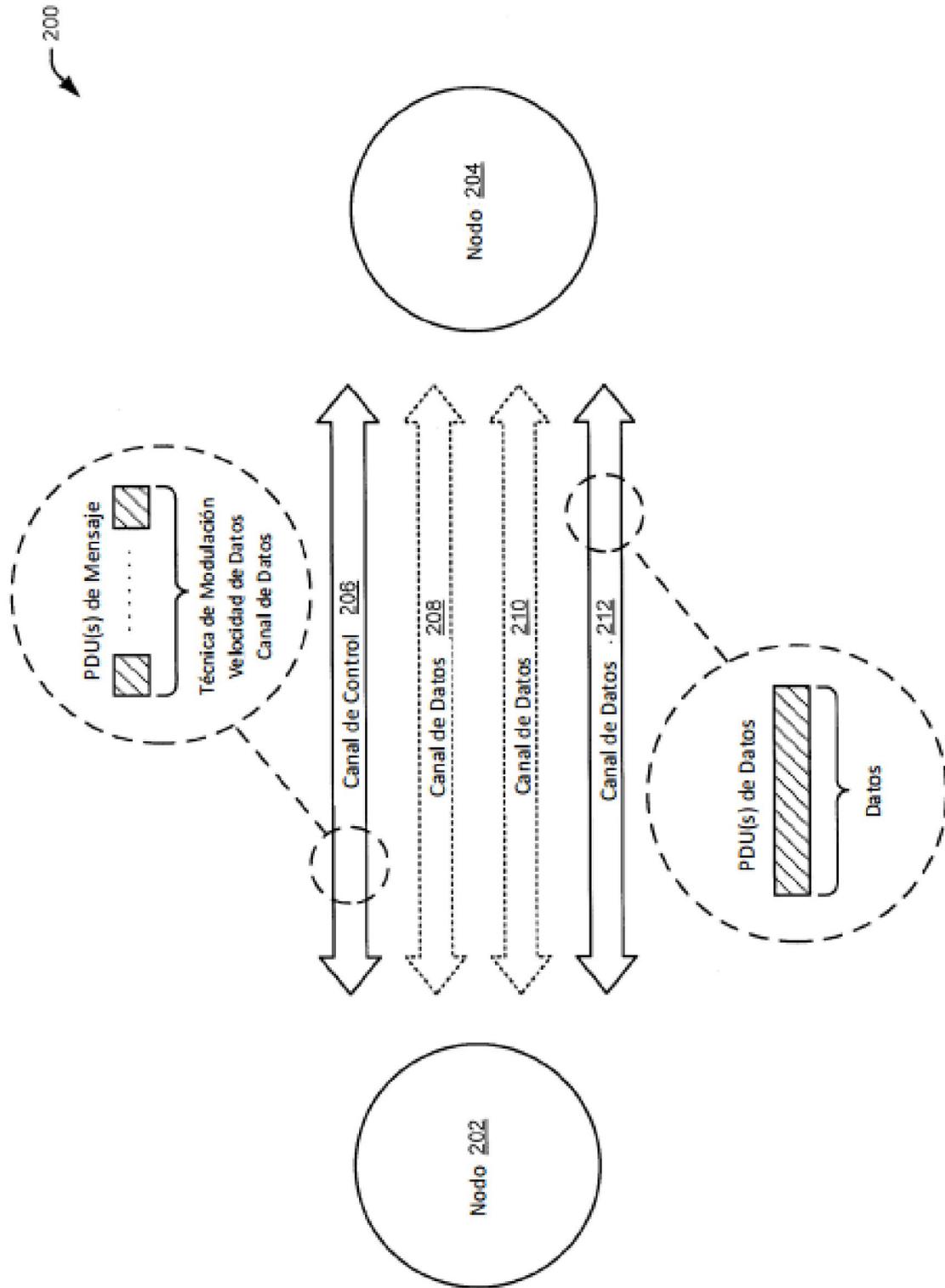


Figura 2

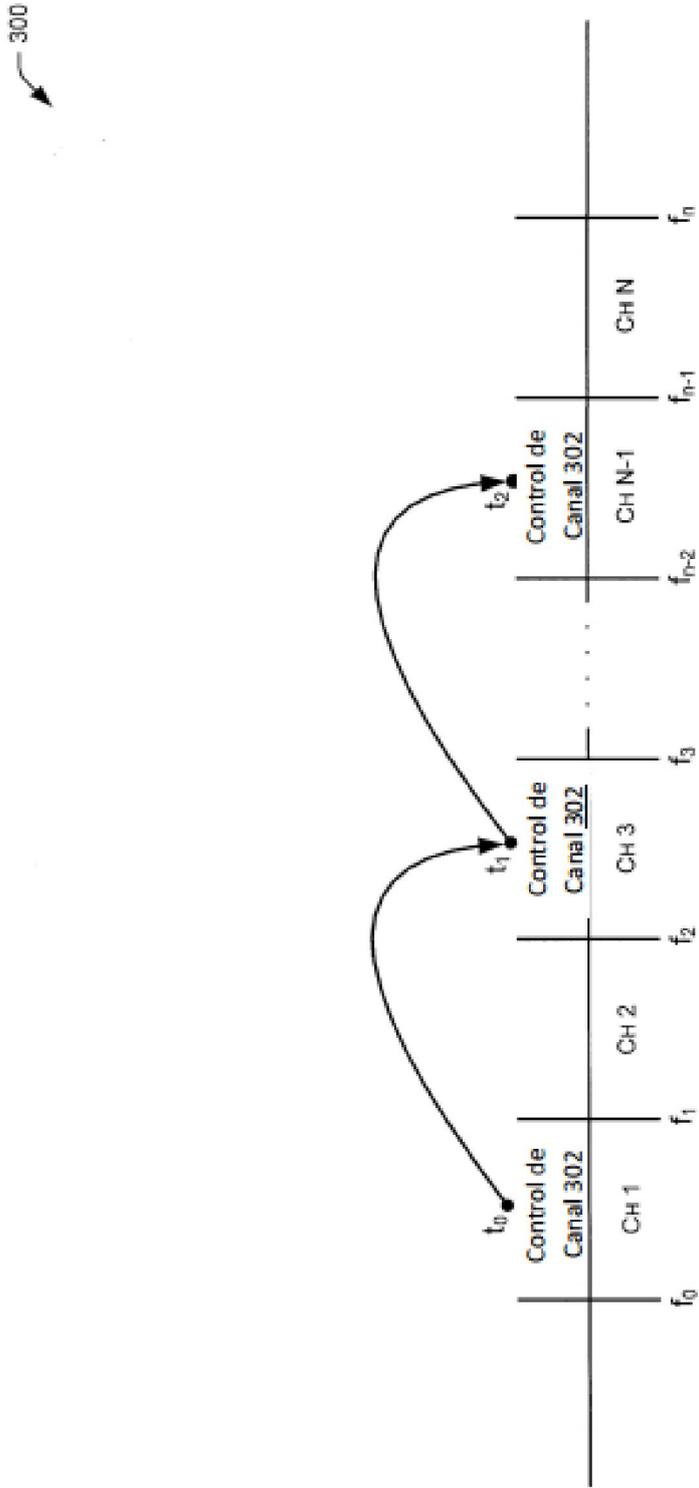


Figura 3

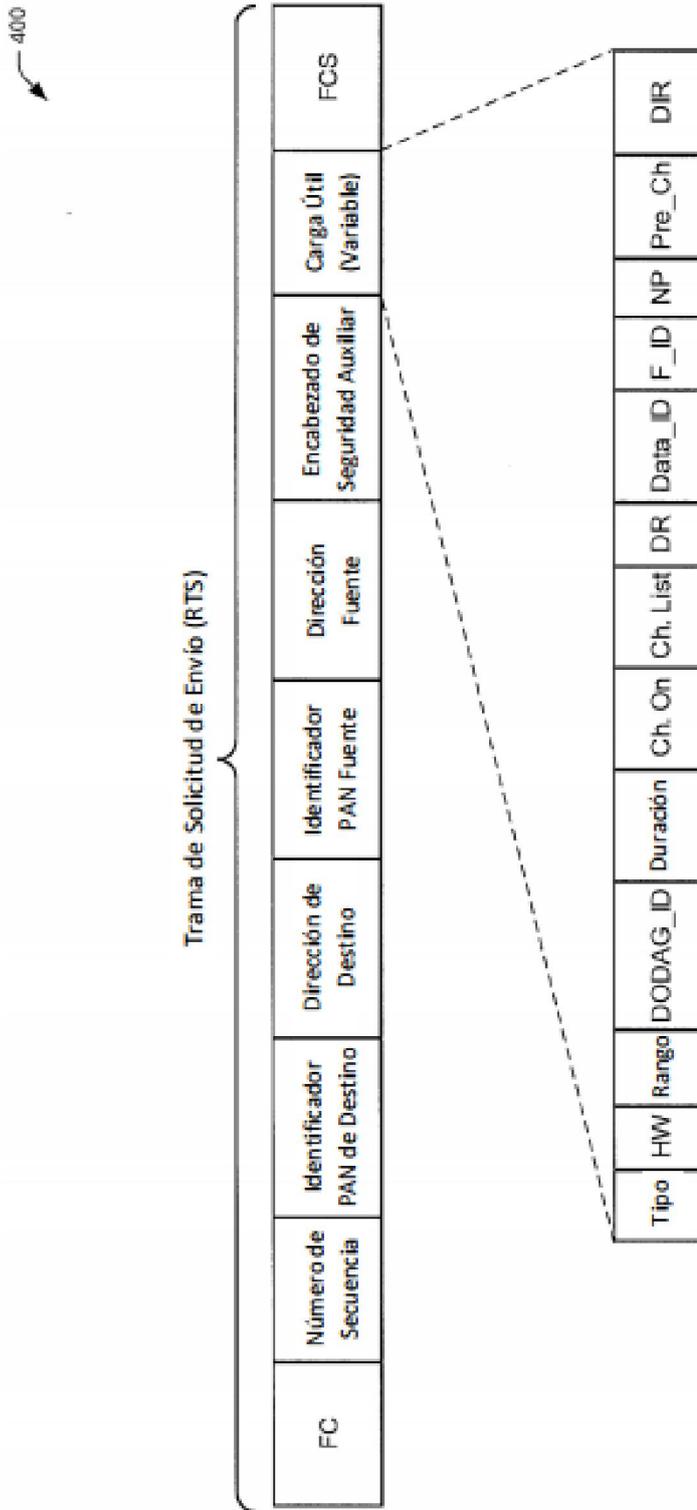


Figura 4

500

Trama de Listo Para Enviar (CTS)

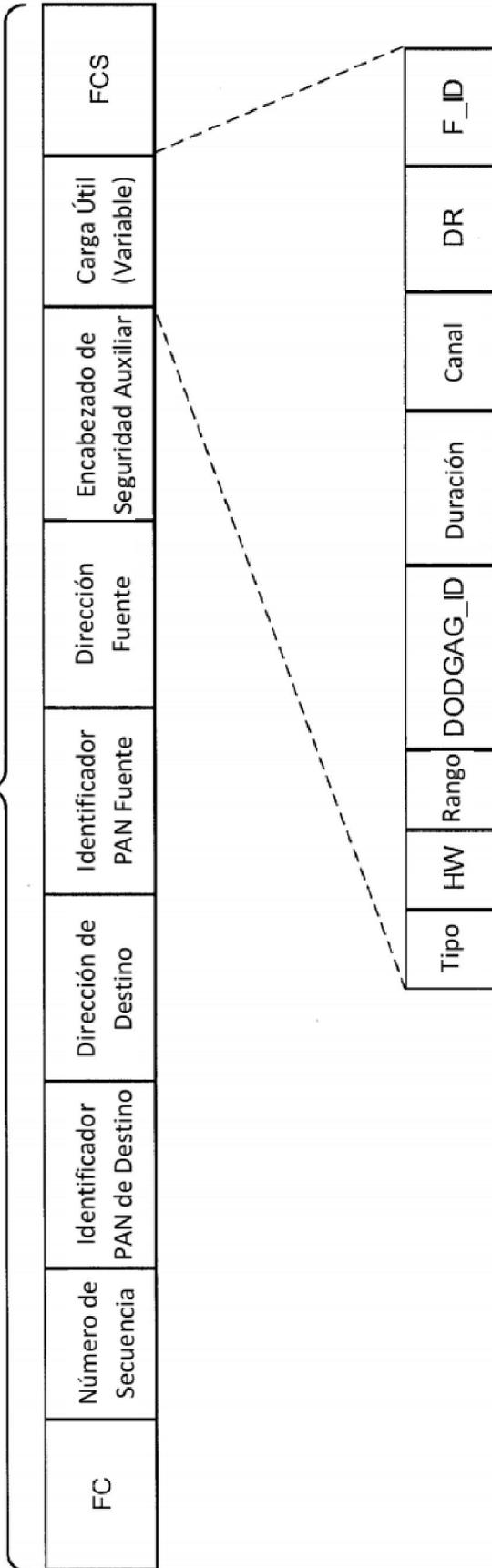


Figura 5

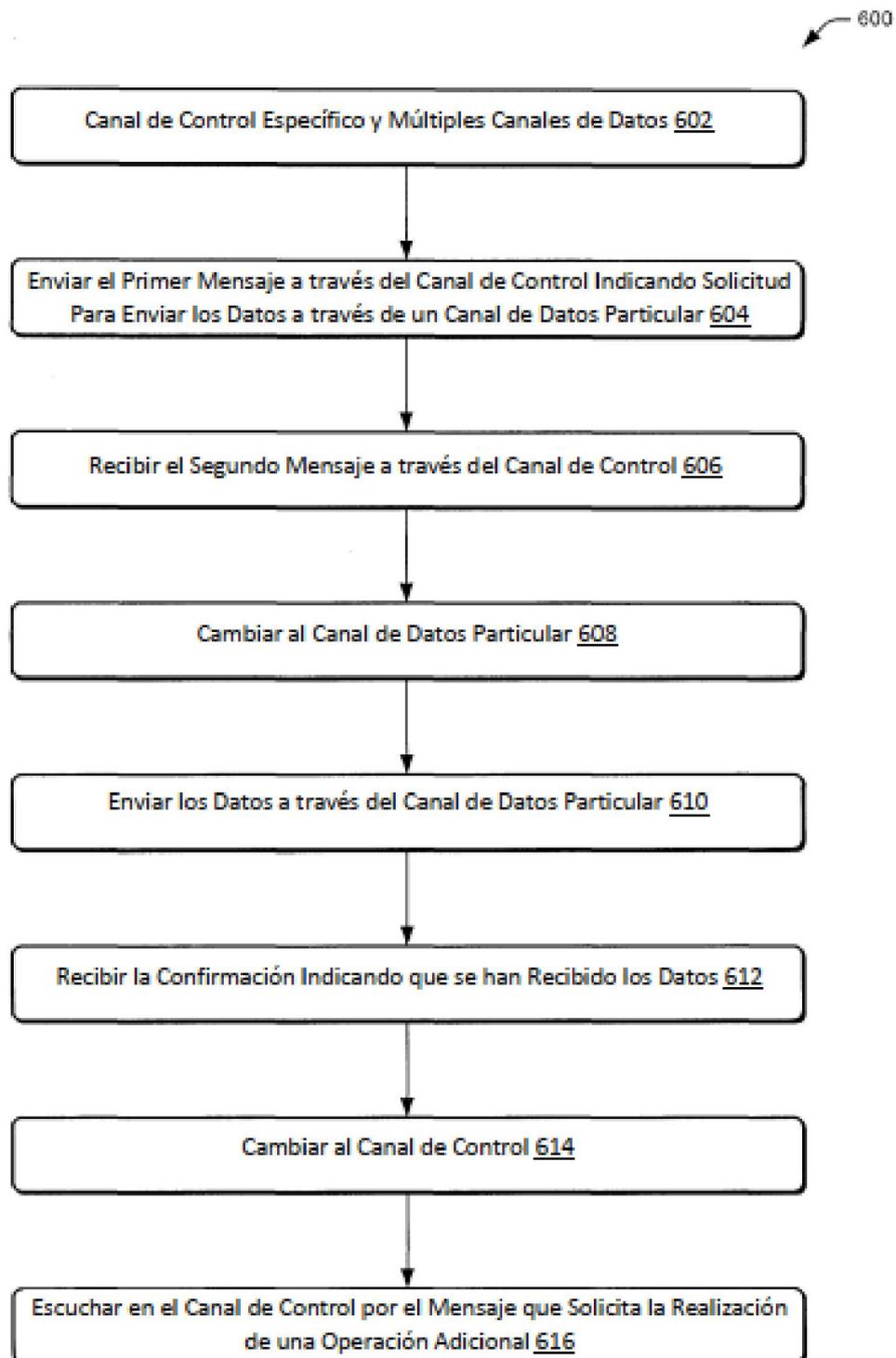


Figura 6

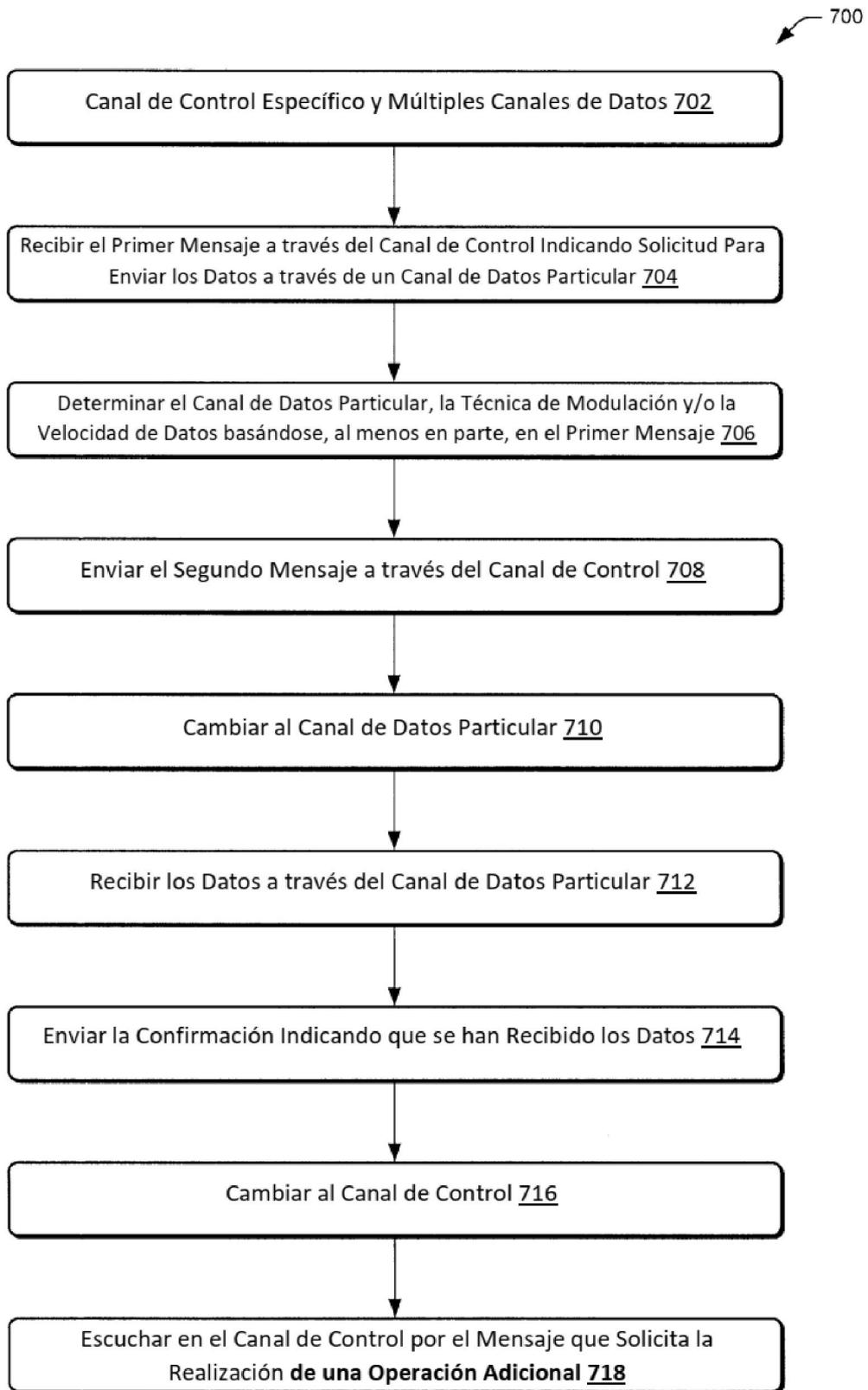


Figura 7