

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 800 289**

51 Int. Cl.:

**H04W 28/06** (2009.01)

**H04W 84/18** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2012** **E 17197911 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020** **EP 3291511**

54 Título: **Agregación de paquetes en red en malla**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.12.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**VAN WYK, HARTMAN**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 800 289 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**

Agregación de paquetes en red en malla

5 Antecedentes

Las redes de comunicación, tales como las redes en malla inalámbricas, se utilizan para conectar diversos dispositivos diferentes (por ejemplo, nodos). Estas redes de comunicación a menudo contienen múltiples generaciones diferentes de nodos que tienen diferentes características y capacidades. Por ejemplo, los nodos pueden usar diferentes velocidades de datos y/o técnicas de modulación para enviar y/o recibir datos a través de la red. Además, estas redes de comunicación pueden experimentar diferentes interferencias y/o características de rendimiento de la red. Esto a menudo da como resultado paquetes de datos fragmentados y/o de diferente tamaño y/o congestión en la red. Debido a cantidades relativamente fijas de sobrecarga asociadas con cada comunicación, estos paquetes de datos fragmentados o de diferente tamaño pueden requerir un tiempo de comunicación considerable a medida que los paquetes de datos se transfieren a través de la red. Este tiempo de comunicación puede alargarse cuando un paquete de datos atraviesa múltiples nodos para llegar a un destino. El documento US2009/201898 desvela un método que incluye acceder a una o más colas de transmisión, cada una correspondiente a un cliente inalámbrico asociado con un punto de acceso en malla inalámbrico dado de una pluralidad de puntos de acceso en malla. El método incluye además seleccionar un punto de acceso en malla de la pluralidad de puntos de acceso en malla y seleccionar una cola de transmisión correspondiente a un cliente inalámbrico asociado con el punto de acceso en malla seleccionado. El método incluye además agregar paquetes destinados al cliente inalámbrico seleccionado, hasta un límite de tamaño, teniendo en cuenta la ruta al punto en malla seleccionado, así como las restricciones de calidad de servicio, y componiendo y transmitiendo el paquete agregado al punto de acceso en malla seleccionado.

El documento EP1396134 desvela un conjunto de control de enlace de radio (RLC) que soporta conexiones TCP plurales a través de una interfaz de radio y se emplea con o en una red de acceso de radio. La entidad de control de enlace de radio (RLC) procesa unidades de datos de protocolo RLC (PDU) obtenidas de una capa de control de acceso medio (MAC) para obtener paquetes de Protocolo de Internet (IP) para las múltiples conexiones TCP. La entidad de control de enlace de radio (RLC) utiliza la disponibilidad de paquetes de Protocolo de Internet (IP) para una conexión TCP dada para controlar por separado la entrega en secuencia de la conexión TCP dada a una capa de Protocolo de Internet de paquetes de Protocolo de Internet (IP) sin tener en cuenta disponibilidad de paquetes de Protocolo de Internet (IP) de otra de las múltiples conexiones TCP. La entidad de control de enlace de radio (RLC) tiene tanto un lado emisor (que envía las PDU RLC a la capa de control de acceso medio (MAC) de nivel inferior). Para controlar la entrega en secuencia de los paquetes de Protocolo de Internet (IP) para la conexión TCP dada, la entidad de control de enlace de radio (RLC) inserta y usa números de secuencia específicos del puerto en las unidades de datos del protocolo RLC que llevan los paquetes del Protocolo de Internet (IP) para la conexión TCP dada. Los números de secuencia específicos del puerto para las unidades de datos del protocolo RLC se asignan en un lado emisor de la entidad de control de enlace de radio (RLC). Los números específicos del puerto se llevan en una extensión de un campo indicador de longitud de un encabezado de las unidades de datos del protocolo RLC. Un valor predeterminado en un campo de tipo de extensión de encabezado del encabezado de las unidades de datos del protocolo RLC indica que los números de secuencia específicos del puerto se transportan en una extensión de un campo identificador de longitud del encabezado de las unidades de datos del protocolo RLC.

Sumario

45 La invención está definida por una primera reivindicación independiente que se refiere a un método (reivindicación 7) y una segunda reivindicación independiente que se refiere a un dispositivo (reivindicación 1) configurado para realizar el método de la reivindicación 7 y una tercera reivindicación independiente que se refiere a un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador (reivindicación 15). Realizaciones adicionales están definidas por las reivindicaciones dependientes.

50 La siguiente descripción y los dibujos solo deben considerarse como realizaciones de la materia reivindicada, si entran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Los ejemplos y las realizaciones que no están dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas deben entenderse como ilustrativos, y se incluyen solo para ayudar a comprender la presente divulgación.

55 Breve descripción de los dibujos

La descripción detallada se expone con referencia a las figuras adjuntas. En las figuras, el dígito o dígitos más a la izquierda de un número de referencia identifican la figura en la que aparece por primera vez el número de referencia. El uso de los mismos números de referencia en diferentes figuras indica elementos o características similares o idénticos.

65 La figura 1 ilustra una arquitectura de ejemplo para convertir paquetes de comunicación a medida que los datos dentro de los paquetes de comunicación atraviesan uno o más nodos de una red.

La figura 2 ilustra detalles adicionales de un nodo de ejemplo de la arquitectura de la figura 1.

La figura 3 ilustra un proceso de ejemplo de conversión de paquetes de comunicación a medida que los datos

dentro de los paquetes de comunicación atraviesan uno o más nodos de una red.

La figura 4 ilustra un marco de comunicación de ejemplo que puede usarse para comunicar datos de carga útil a través de una red.

5 Las figuras 5A-5B ilustran un proceso de ejemplo para extraer datos de carga útil de paquetes de comunicación, determinando si concatenar los datos de carga extraídos, concatenando los datos de carga útil extraídos y enviando los datos de carga útil concatenados en un paquete de comunicación.

#### Descripción detallada

10 Como se ha tratado anteriormente, las técnicas existentes para transmitir datos no proporcionan una forma efectiva de transmitir datos dentro de una red en malla inalámbrica. Por ejemplo, las técnicas de transmisión existentes no son adecuadas para transmitir datos en una red en malla inalámbrica heterogénea en la que los nodos tienen capacidades diferentes. Además, las técnicas de transmisión existentes no son adecuadas en una red en malla inalámbrica que experimenta diferentes interferencias y/o características de rendimiento de la red (por ejemplo, congestión).

15 La presente divulgación describe técnicas de transmisión de datos de manera eficiente en una red de nodos. En particular, las técnicas están dirigidas a convertir paquetes de comunicación a medida que los datos dentro de los paquetes de comunicación atraviesan los nodos de la red.

20 En algunas implementaciones, un nodo particular puede recibir paquetes de comunicación a través de una conexión inalámbrica en una red. Los paquetes de comunicación pueden recibirse desde uno o más nodos vecinos, tales como los nodos que se encuentran dentro de una distancia predeterminada al nodo particular. Un paquete de comunicación puede incluir datos de control y datos de carga útil. Como se usa en el presente documento, el término "datos de carga útil" puede referirse generalmente a datos que están destinados a ser transmitidos y/o recibidos. Mientras tanto, el término "datos de control" generalmente puede referirse a datos asociados con los datos de la carga útil con el propósito de enrutar, enviar (por ejemplo, transmitir), recibir y/o almacenar los datos de la carga útil, tales como encabezados, pies de página, preámbulos, etc.

30 El nodo particular que recibió los paquetes de comunicación puede extraer datos de carga útil de cada uno de los paquetes de comunicación. El nodo particular puede determinar si concatenar los datos de carga útil extraídos. Es decir, el nodo particular puede determinar si combinar datos de carga útil extraídos de un primer paquete de comunicación con datos de carga útil extraídos de un segundo paquete de comunicación.

35 Por ejemplo, el nodo particular puede determinar concatenar las cargas útiles extraídas cuando las cargas útiles extraídas se envían a un mismo nodo o nodos dentro de una región geográfica particular. Como alternativa o además de, el nodo particular puede determinar concatenar las cargas útiles extraídas cuando una velocidad de datos soportada por el nodo particular y un nodo vecino al que se enviarán los datos de carga útil es mayor que una velocidad de datos soportada por el nodo particular y un nodo que envió uno de los paquetes de comunicación. Además, en algunos casos, el nodo particular puede determinar concatenar las cargas útiles extraídas cuando las cargas útiles están asociadas con una aplicación o tipo de aplicación igual o similar, tal como una aplicación que generó los datos de la carga útil (por ejemplo, una aplicación para notificar datos de consumo del medidor).

40 Cuando el nodo particular determina concatenar los datos de carga útil extraídos, el nodo particular puede concatenar los datos de carga útil extraídos y enviar (por ejemplo, transmitir) los datos de carga útil concatenados a otro nodo. Los datos de carga útil concatenados pueden enviarse en un paquete de comunicación. En algunos casos, los datos de carga útil concatenados pueden enviarse a un nodo que esté más cerca de un nodo de destino que el nodo particular. En algunos ejemplos, los datos de carga útil concatenados pueden enviarse a una velocidad de datos mayor que una velocidad de datos a la que se recibió al menos uno de los paquetes de comunicación en el nodo particular.

50 En algunos casos, los datos de carga útil concatenados se segmentan en un nodo antes de enviarse a otro nodo. Los datos de carga útil concatenados pueden segmentarse en función de una velocidad de datos y/o una técnica de modulación soportada por un nodo que enviará los datos de carga útil y/o un nodo que recibirá los datos de carga útil. Por ejemplo, cuando una velocidad de datos soportada por los nodos de envío y recepción es mayor o igual a una velocidad de datos predeterminada, los datos concatenados pueden segmentarse en segmentos que tienen cada uno más de un número predeterminado de bits y/o bytes. Los segmentos pueden enviarse individualmente al nodo receptor en paquetes de comunicación.

60 En algunos ejemplos, las técnicas descritas en el presente documento pueden aprovecharse para datos cifrados (por ejemplo, datos de carga útil). Por ejemplo, cuando los datos cifrados necesitan atravesar una red de nodos, se puede usar un paquete de comunicación con datos de control sin cifrar y datos de carga útil cifrados. En este caso, el nodo puede usar los datos de control sin cifrar para combinar potencialmente los datos de carga útil cifrados y reenviar los datos de carga combinados a otro nodo. Por ejemplo, el nodo puede usar información de enrutamiento (por ejemplo, direcciones de origen y/o destino) incluidas en los datos de control para determinar si los datos de carga útil cifrados están destinados a un mismo nodo como otros datos de carga útil. Como tal, en algunos ejemplos donde se usan datos de carga útil cifrados, los datos de carga útil cifrados pueden combinarse y enviarse a otro nodo, incluso cuando el nodo no puede o no desea descifrar los datos de carga útil y recuperar los datos subyacentes.

Las técnicas de conversión se describen en el presente documento en el contexto de una red en malla de servicios que incluye una pluralidad de nodos. Si bien las técnicas se describen en el contexto de una red en malla de servicios, las técnicas pueden aplicarse adicionalmente, o alternativamente, a otras redes y/u otras aplicaciones. Como tal, los nodos pueden incluir cualquier dispositivo acoplado a una red de comunicación y capaz de enviar y/o recibir datos.

En diversas realizaciones descritas en el presente documento, los datos pueden transmitirse de manera eficiente. Por ejemplo, combinando (por ejemplo, concatenando) datos de carga útil de múltiples paquetes de comunicación, los datos pueden enviarse a través de una red con menos sobrecarga (por ejemplo, datos de control) en comparación con la transmisión de las cargas útiles individualmente en paquetes de comunicación. Esto puede reducir el tiempo de comunicación para transmitir datos a través de la red y aumentar la capacidad de comunicación de la red.

Además, en algunos casos combinando y/o segmentando datos de carga útil basados en una técnica de modulación y/o velocidad de datos soportada por los nodos de una red, las capacidades de los nodos pueden aprovecharse para lograr una o más características deseadas. Por ejemplo, las capacidades de los nodos pueden aprovecharse para transmitir datos de carga útil a una velocidad de datos particular y/o con una técnica de modulación particular que es óptima para evitar la interferencia, transferir datos a largas o cortas distancias y/o aumentar el rendimiento de la red. En un ejemplo, un nodo puede transmitir datos combinados de carga útil a una velocidad de datos que es mayor o menor que una velocidad de datos a la que el nodo recibió algunos o todos los datos de carga útil individuales. En otro ejemplo, un nodo puede transmitir datos de carga útil segmentados para garantizar que los datos se transfieran a un nodo asociado con características particulares, tal como una distancia de conectividad larga, interferencia fuerte, etc.

Las secciones siguientes son ejemplos proporcionados para la comodidad del lector y no están destinados a limitar el alcance de las reivindicaciones, ni las secciones del procedimiento. Además, las técnicas descritas con 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. Además, la siguiente implementación y contexto están destinados a ser representativos de otras posibles implementaciones.

### EJEMPLO DE ARQUITECTURA

La figura 1 es un diagrama esquemático de una arquitectura 100 de ejemplo de una red en malla inalámbrica en la que se pueden implementar las técnicas descritas en el presente documento. La arquitectura 100 incluye una pluralidad de nodos 102A, 102B, 102C, ... 102N (denominados en conjunto nodos 102) acoplados comunicativamente entre sí a través de rutas de comunicación directa (por ejemplo, conexiones inalámbricas). En este ejemplo, N representa un número de nodos en un área de enrutamiento autónomo (ARA), tal como una red de área amplia (WAN), red de área metropolitana (MAN), red de área local (LAN), red de área vecina (NAN), red de área personal (PAN), o similar.

Cada ruta de comunicación directa puede representar una pluralidad de canales a través de los cuales un nodo puede transmitir y/o recibir datos. Cada uno de la pluralidad de canales puede definirse por un rango de frecuencia que puede ser igual o diferente de los rangos de frecuencia de otros de la pluralidad de canales. En algunos casos, la pluralidad de canales comprende canales de radiofrecuencia (RF). La pluralidad de canales puede comprender un canal de control y múltiples canales de datos. En algunos casos, el canal de control se utiliza para comunicar uno o más mensajes entre nodos para especificar uno de los canales de datos que se utilizarán para transferir datos. En general, las transmisiones en el canal de control son más cortas en relación con las transmisiones en los canales de datos.

Cada uno de los nodos 102 puede implementarse como cualquiera de diversos dispositivos informáticos convencionales tales como, por ejemplo, medidores de servicios inteligentes (por ejemplo, medidores de electricidad, de gas y/o de agua), dispositivos de control, sensores (por ejemplo, sensores de temperatura, estaciones meteorológicas, sensores de frecuencia, etc.), transformadores, enrutadores, servidores, relés (por ejemplo, relés celulares), interruptores, válvulas, combinaciones de lo anterior o cualquier dispositivo acoplable a una red de comunicación y capaz de enviar y/o recibir datos. En algunos casos, los nodos 102 pueden incluir diferentes tipos de nodos (por ejemplo, medidores inteligentes, relés celulares, sensores, etc.), diferentes generaciones o modelos de nodos, y/o nodos que de otra manera son capaces de transmitir en diferentes canales y usar diferentes técnicas de modulación, velocidades de datos, protocolos, intensidades de señal y/o niveles de potencia. En estos casos, la arquitectura 100 puede representar una red heterogénea de nodos.

En el ejemplo de la figura 1, los nodos 102 también están configurados para comunicarse con una oficina central 104 a través de un dispositivo periférico (por ejemplo, relé celular, enrutador celular, enrutador de periférico, raíz DODAG, etc.) que sirve como un punto de conexión del ARA a una red 106 o redes de retorno, tal como Internet. En el ejemplo ilustrado, el nodo 102A sirve como un relé celular para retransmitir comunicaciones desde los otros nodos 102B-102N del ARA hacia y desde la oficina central 104 a través de la red o redes 106.

El nodo 102B es representativo de cada uno de los nodos 102 en el ejemplo 100 e incluye una radio 108 y una unidad de procesamiento 110. La radio 108 comprende un transceptor de RF configurado para transmitir y/o recibir señales

de RF a través de uno o más de una pluralidad de canales/frecuencias. En algunas implementaciones, cada uno de los nodos 102 incluye una única radio 108 configurada para enviar y recibir datos en múltiples canales diferentes, tales como el canal de control y múltiples canales de datos de cada ruta de comunicación. La radio 108 también puede configurarse para comunicarse usando una pluralidad de diferentes técnicas de modulación, velocidades de datos, protocolos, intensidades de señal y/o niveles de potencia.

La unidad de procesamiento 110 puede incluir uno o más procesador(es) 112 acoplados de forma comunicativa a la memoria 114. La memoria 114 se puede configurar para almacenar uno o más módulos de software y/o firmware, que son ejecutables en el procesador o procesadores 112 para implementar diversas funciones. Si bien los módulos se describen en el presente documento como ejecutables de software y/o firmware en un procesador, en otras realizaciones, cualquiera o todos los módulos pueden implementarse en su totalidad o en parte por hardware (por ejemplo, como ASIC, una unidad de procesamiento especializada, etc.) para ejecutar las funciones descritas.

En una realización de la figura 1, la memoria 114 incluye un módulo de extracción 116 y un módulo de concatenación 118. El módulo de extracción 116 está configurado para extraer datos de los paquetes de comunicación recibidos en el nodo 102B. Por ejemplo, el módulo de extracción 116 puede extraer datos de carga útil de los paquetes de comunicación 1-M 120 que se reciben del nodo 102C y/o extraer datos de carga útil de los paquetes de comunicación 1-P 122 que se reciben del nodo 102N.

Un paquete de comunicación generalmente puede referirse a un paquete que se transmite entre los nodos 102. Un paquete de comunicación puede transmitirse a un nodo concreto o transmitirse a múltiples nodos, tal como en el caso de retransmisión. Aunque en el presente documento se describen las técnicas en el contexto de paquetes, estas técnicas pueden aplicarse de forma similar a otros tipos de unidades de datos de protocolo (PDU), tales como bits, tramas, segmentos, etc.

Como se ha indicado anteriormente, un paquete de comunicación puede incluir datos de control y datos de carga útil. Los datos de carga útil pueden hacer referencia, en general, a datos que se van a enviar (por ejemplo, transmitir), recibir y/o almacenar. Estos datos se incluyen en la "carga útil" de una transmisión. En algunos casos, los datos de carga útil incluyen datos que se generan en un nodo y/o datos que se enviarán y/o recibirán en un nodo. Adicionalmente, en algunos casos, la expresión "carga útil" se define mediante una norma, tal como la norma IEEE 802.11 u 802.15.

Los datos de control pueden hacer referencia a datos asociados con los datos de la carga útil con el propósito de enrutar, enviar (por ejemplo, transmitir), recibir y/o almacenar los datos de la carga útil. En algunos casos, los datos de control hacen referencia a datos que no son de carga útil (por ejemplo, datos que no son los datos de carga útil). Los datos de control pueden incluir encabezados, pies de página, preámbulos y/o metadatos, por ejemplo. En algunos casos, los datos de control incluyen información de modulación y velocidad de datos, información de detección y corrección de errores, información de cifrado, etc. Adicionalmente, en algunos casos, los datos de control incluyen información de dirección, tal como una dirección de un nodo fuente desde el que se envió un paquete de comunicación, un nodo de destino al que se van a enviar los datos de carga útil, un coordinador de PAN de la red o similares. En algunos ejemplos, los datos de control se definen a través de una norma, tal como la norma IEEE 802.11 u 802.15. Por ejemplo, los datos de control pueden hacer referencia a encabezados definidos en la norma IEEE 802.15.

A modo de ejemplo y no de limitación, en una red en malla de servicios donde los nodos están asociados con medidores de servicios (por ejemplo, electricidad, gas, agua, etc.), los datos de consumo del medidor pueden generarse en un nodo fuente, tal como una lectura de agua. En este ejemplo, los datos de consumo del medidor se pueden notificar a una oficina central atravesando nodos de la red. Es decir, los datos de consumo del medidor pueden enviarse de un nodo al siguiente para llegar a la oficina central. Mientras atraviesan la red, se pueden transmitir otros datos junto con los datos de consumo del medidor. Por ejemplo, el nodo fuente puede transmitir los datos de consumo del medidor con una dirección de la oficina central. En este caso, los datos de consumo del medidor representan datos de carga útil y la dirección de la oficina central representa datos de control.

Mientras tanto, el módulo de concatenación 118 está configurado para determinar si concatenar (por ejemplo, combinar) datos extraídos por el módulo de extracción 116. La determinación de concatenar puede basarse en varios factores, tal como un destino al que se enviarán los datos de carga útil extraídos, una velocidad de datos compatible con el nodo 102B y/o un nodo vecino al que se enviarán los datos de carga útil concatenados, y/o una aplicación o tipo de aplicación asociado con datos de carga útil extraídos. Cuando se determina concatenar datos de carga útil extraídos, el módulo de concatenación 118 puede concatenar los datos de carga útil extraídos.

Por ejemplo, el módulo de concatenación 118 puede determinar que los primeros datos de carga útil extraídos de uno de los paquetes de comunicación 1-P 122 deben enviarse a un mismo nodo que los segundos datos de carga útil extraídos de uno de los paquetes de comunicación 1-M 120. Según esta determinación, el módulo de concatenación 118 puede concatenar los primeros datos de carga útil con los segundos datos de carga útil. Los datos de carga útil concatenados pueden transmitirse desde el nodo 102B a un nodo vecino en un paquete 124 de comunicación.

La memoria 114 en la que se almacenan el módulo de extracción 116 y el módulo de concatenación 118 puede

comprender medios legibles por ordenador y puede tomar la forma de memoria volátil, tal como memoria de acceso aleatorio (RAM) y/o memoria no volátil, tal como memoria de solo lectura (ROM) o RAM flash. Los medios legibles por ordenador incluyen medios volátiles y no volátiles, extraíbles y no extraíbles implementados en 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 la ejecución por uno o más procesadores de un dispositivo informático. Los ejemplos de medios legibles por ordenador incluyen, pero sin limitaciones, memoria de cambio de fase (PRAM), memoria de acceso aleatorio estática (SRAM), memoria de acceso aleatorio dinámica (DRAM), otros tipos de memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria de solo lectura programable borrable eléctricamente (EEPROM), memoria flash u otra tecnología de memoria, disco compacto - memoria de solo lectura (CD-ROM), discos versátiles digitales (DVD) u otro almacenamiento óptico, cintas magnéticas, cinta magnética, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio de no transmisión que pueda usarse para almacenar información para el acceso de un dispositivo informático. Como se define en el presente documento, los medios legibles por ordenador no incluyen medios de comunicación, tales como señales de datos modulados y ondas portadoras.

La red o redes 106 representan una red de retroceso, que puede comprender una red inalámbrica o cableada, o una combinación de las mismas. La red o redes 106 pueden ser una colección de redes individuales interconectadas entre sí y que funcionan como una única red grande (por ejemplo, Internet o una intranet). Además, las redes individuales pueden ser redes inalámbricas o cableadas, o una combinación de las mismas.

La oficina central 104 puede implementarse mediante uno o más dispositivos informáticos, tales como servidores, ordenadores personales, ordenadores portátiles, etc. El uno o más dispositivos informáticos pueden estar equipados con uno o más procesadores acoplados comunicativamente a la memoria. En algunos ejemplos, la oficina central 104 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. Por ejemplo, la oficina central 104 puede procesar, analizar, almacenar y/o gestionar datos obtenidos a partir de un contador 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 104 en una única ubicación, en algunos ejemplos, la oficina central 104 puede distribuirse entre múltiples ubicaciones y/o se puede eliminar por completo (por ejemplo, en el caso de una plataforma informática distribuida altamente descentralizada).

#### NODO DE EJEMPLO

La figura 2 es un diagrama esquemático que muestra detalles adicionales del nodo de ejemplo 102B en la figura 1. En este ejemplo, la radio 108 incluye una antena 200 acoplada a un extremo frontal de RF 202 y un procesador de banda base 204. El extremo frontal de RF 202 puede proporcionar funciones de transmisión y/o de recepción. El extremo frontal de RF 202 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 a partir de uno o más de los nodos 102. El extremo frontal de RF 202 puede proporcionar una señal al procesador de banda base 204.

En un ejemplo, la totalidad o parte del procesador de banda base 204 se puede configurar como una radio definida por software (SW). En un ejemplo, el procesador de banda base 204 proporciona funcionalidad de selección de frecuencia y/o de canal a la radio 108. Por ejemplo, la radio definida por SW puede incluir mezcladores, filtros, amplificadores, moduladores y/o desmoduladores, detectores, etc., implementados en software ejecutado por un procesador o circuito integrado específico de aplicación (ASIC) u otro dispositivo o dispositivos informáticos integrados. La radio definida por SW puede utilizar el procesador o procesadores 112 y software definido y/o almacenado en la memoria 114. Como alternativa, la radio 108 se puede implementar, al menos en parte, usando componentes analógicos.

En algunas implementaciones, la radio 108 utiliza una técnica de modulación y/o velocidad de datos asociada con una norma previamente definida. La técnica de modulación y/o la velocidad de datos pueden estar asociadas con una norma definida por el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE), tal como la norma IEEE 802.11, la norma IEEE 802.15 (por ejemplo, 802.15.4), etc. En un ejemplo, la técnica de modulación y/o la velocidad de datos se seleccionan de la siguiente lista no exhaustiva:

- Modulación de la modulación por Desplazamiento de Frecuencia (FSK) con una velocidad de datos de 50 o 150 kbps; espacio entre canales de 200 o 400 kHz; y/o un primer canal que comienza en 902,2 o 902,4 MHz. La modulación de FSK puede utilizar la corrección de errores de reenvío de código convolucional (FEC).
- Multiplexación por división de frecuencia ortogonal (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 espacio entre canales de 400 u 800 kHz. La OFDM puede utilizar FEC convolucional con una tasa de codificación de  $\frac{1}{2}$  o  $\frac{3}{4}$ .
- Modulación de espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS) con una modulación física de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura desviada (O-QPSK); una velocidad de datos de 31,25, 125, 250 o 500 kbps;

y/o diseño de canales basado en una norma previamente definida, tal como la norma 802.15.4. DSSS puede utilizar FEC convolucional.

5 En otros ejemplos, la radio 108 puede utilizar una técnica de modulación personalizada. La técnica de modulación personalizada se puede asociar con una velocidad de datos de 6 o 10 kbps.

10 Mientras tanto, la memoria 114 puede incluir un módulo de comunicación 206 configurado para hacer que los datos sean recibidos y/o enviados (por ejemplo, transmitidos) a través de una ruta de comunicación (por ejemplo, conexión inalámbrica). Por ejemplo, el módulo de comunicación 206 puede hacer que se reciba un paquete de comunicación en el nodo 102B y/o se envíe desde el nodo 102B. En algunos casos, el módulo de comunicación 206 puede hacer que la radio 108 sintonice desde una frecuencia asociada con un canal particular a otra frecuencia asociada con otro canal.

15 La memoria 114 también puede incluir un módulo de segmentación 208 configurado para segmentar datos. Por ejemplo, el módulo de segmentación 208 puede segmentar datos de carga útil que han sido concatenados por el módulo de concatenación 118. En algunos casos, los datos son segmentados por el módulo de segmentación 208 basado al menos en parte en una técnica de modulación y/o velocidad de datos asociada con uno o más de los nodos 102. Por ejemplo, el nodo 102B puede desear enviar datos de carga útil concatenados al nodo 102A. En este caso, cuando una velocidad de datos soportada por los nodos 102A y 102B es mayor que una velocidad de datos predeterminada, los datos de carga útil concatenados pueden segmentarse en cargas útiles que tienen cada uno más de un número predeterminado de bits y/o bytes.

20 En algunos casos, la memoria 114 también incluye un módulo de metrología 210 configurado para recopilar datos de consumo de uno o más recursos (por ejemplo, electricidad, agua, gas natural, etc.). Los datos de consumo pueden incluir, por ejemplo, datos de consumo de electricidad, datos de consumo de agua y/o datos de consumo de gas natural. Los datos de consumo pueden incluir datos generados en el nodo 102B, otro nodo (por ejemplo, el nodo 102C y/o 102N), o una combinación de los mismos. Los datos de consumo recopilados pueden transmitirse a uno o más nodos 102 para su eventual propagación a la oficina central 104 u otro destino.

25 Además, en algunos casos, la memoria 114 incluye un módulo de cifrado/descifrado 212 configurado para cifrar y/o descifrar datos. Por ejemplo, el módulo de cifrado/descifrado 212 puede cifrar y/o descifrar datos de carga útil de uno o más paquetes de comunicación. En algunos ejemplos, los datos de la primera y/o segunda carga útil se pueden descifrar, combinar, volver a cifrar y enviar a otro nodo. El módulo de cifrado/descifrado 212 puede utilizar y/o generar claves de cifrado/descifrado.

### 35 EJEMPLO DE CONVERSIÓN DE PAQUETE DE COMUNICACIÓN

La figura 3 ilustra un proceso 300 de ejemplo de conversión de paquetes de comunicación a medida que los datos dentro de los paquetes de comunicación atraviesan uno o más nodos de una red. En este caso, los nodos 302-308 están configurados para comunicarse en una red inalámbrica y pueden ser similares a los nodos 102 en la figura 1. Los nodos 302-308 pueden ubicarse dentro de una distancia predeterminada entre sí de manera que al menos algunos de los nodos 302-308 puedan comunicarse.

40 Como se ilustra, el nodo 306 puede recibir paquetes de comunicación 310 desde los nodos 302 y/o 304. Los paquetes de comunicación 310 pueden recibirse a través de una o más conexiones inalámbricas durante un período de tiempo. En algunos casos, los paquetes de comunicación 310 se reciben de uno de los nodos 302 y 304, mientras que en otros casos se recibe al menos un paquete de comunicación de cada uno de los nodos 302 y 304.

45 Los paquetes de comunicación 310 pueden variar en tamaño (por ejemplo, número de bits) y/o incluir datos fragmentados (por ejemplo, los datos de carga útil incluyen una parte de los datos). Esto puede ocurrir por varias razones, que incluyen, por ejemplo, diferentes técnicas de modulación y/o velocidades de datos soportadas por los nodos de una red, diferentes distancias entre los nodos, diferentes usos para los datos de carga útil incluidos en los paquetes de comunicación 110, y así sucesivamente.

50 En algunos casos, los datos de carga de un paquete de comunicación pueden incluir una cantidad relativamente pequeña de datos en comparación con los datos de control del paquete de comunicación. Es decir, los datos de la carga útil pueden incluir menos bits y/o bytes que los datos de control. Esto puede dar como resultado de cantidades relativamente pequeñas de información que se transmiten periódicamente (por ejemplo, pequeña en comparación con la información de control). Por ejemplo, los datos de consumo del medidor pueden generarse y transmitirse desde un nodo particular a intervalos regulares.

55 En el nodo 306, se pueden extraer datos de carga útil de cada uno de los paquetes de comunicación 310. Esto puede incluir eliminar datos de control de cada uno de los paquetes de comunicación 310. Los datos 312 de carga útil extraídos pueden almacenarse en la memoria del nodo 306. En algunos casos, el nodo 306 extrae y almacena datos de carga útil a medida que se recibe cada uno de los paquetes de comunicación 310.

En algunas implementaciones, los datos de carga útil extraídos 312 se almacenan durante un período de tiempo. En algunos casos, el período de tiempo está predeterminado, mientras que en otros casos el período de tiempo no se ha determinado previamente (por ejemplo, el período de tiempo puede determinarse sobre la marcha en función de condiciones como el tráfico de red). El período de tiempo puede comprender una ventana de contención, múltiples  
5 ventanas de contención, o porciones de una o más ventanas de contención, por ejemplo. En algunos casos, la ventana de contención está asociada con el nodo 306, mientras que en otros casos la ventana de contención está asociada con los nodos 302, 304 y/o 308, mientras que en otros casos todas o partes de las ventanas de contención asociadas con los nodos 302, 304, 306 y/o 308 pueden usarse por separado o en combinación para definir el período de tiempo durante el cual se almacenan los datos de carga útil.

Como se usa en el presente documento, una "ventana de contención" se refiere a un período de tiempo durante el cual un nodo espera transmitir, al cesar las señales de RF en un canal particular, antes de transmitir. En algunos casos, diferentes nodos tienen ventanas de contención de diferentes longitudes. Las ventanas de contención proporcionan un "inicio escalonado", en el que a un nodo se le permite iniciar la transmisión de RF antes que otros  
15 forzando así a los otros nodos que esperan transmitir a suspender un cálculo de tiempo de espera de sus propias ventanas de contención. En consecuencia, las ventanas de contención son parte de un sistema anticolidión en redes inalámbricas.

Alternativamente, o adicionalmente, el período de tiempo puede comprender un período de tiempo reservado para la comunicación en una red (por ejemplo, un período de tiempo de comunicación predeterminado). Por ejemplo, el período de tiempo puede comprender un período de tiempo particular que está reservado para la comunicación (por ejemplo, transmitir un paquete de comunicación) entre el nodo 302 y el nodo 306 y/o entre el nodo 304 y el nodo 306. En este caso, el período de tiempo reservado puede comunicarse a los nodos vecinos (por ejemplo, nodos dentro del rango de comunicación) antes de que los nodos 302 y/o 304 se comuniquen (por ejemplo, transmitir un paquete de comunicación). Además, en algunos casos, el período de tiempo lo especifica un sistema de gestión de red y/o un  
25 usuario asociado con la red.

En algunos casos, un nodo puede almacenar datos de carga útil extraídos durante un período de tiempo (por ejemplo, un período de tiempo predeterminado) basado en la información en un paquete de comunicación. Por ejemplo, un  
30 nodo particular puede recibir un primer paquete de comunicación que indica que los datos de carga incluyen una porción de datos segmentados ubicados en otro nodo. En este caso, el primer paquete de comunicación también puede indicar que se transmitirá un segundo paquete de comunicación con los datos segmentados restantes del otro nodo. Esta información puede indicarse en datos de control y/o datos de carga útil del primer paquete de comunicación. Sabiendo que no se ha recibido la totalidad de los datos segmentados, el nodo particular puede almacenar los datos de carga útil del primer paquete de comunicación durante un período de tiempo, tal como un período reservado para la comunicación entre el nodo particular y el otro nodo. Durante el período de tiempo, el nodo particular puede recibir el segundo paquete de comunicación que incluye los datos segmentados restantes. Como se analiza con más detalle a continuación, esto puede permitir que el nodo espere para transmitir datos hasta que se haya recibido una totalidad de los datos.

Mientras tanto, en otros casos, un nodo puede haberse configurado previamente para almacenar datos de carga útil extraídos durante un período de tiempo (por ejemplo, un período de tiempo predeterminado). Por ejemplo, un usuario asociado con una red del nodo puede configurar el nodo para almacenar automáticamente los datos de carga útil extraídos durante un período de tiempo particular.

Después de recibir al menos algunos de los paquetes de comunicación 310, el nodo 306 puede determinar si concatenar (por ejemplo, combinar) los datos de carga útil extraídos. La determinación puede basarse en un destino de datos de carga útil extraídos, una técnica de modulación y/o velocidad de datos soportada por uno o más nodos, y/o una aplicación o tipo de aplicación asociado con datos de carga útil extraídos.

Por ejemplo, el nodo 306 puede determinar concatenar los datos de carga útil extraídos primero y segundo cuando los datos de carga útil extraídos primero y segundo deben enviarse a una misma región geográfica. Por ejemplo, cuando una dirección de destino asociada con los primeros datos de carga útil extraídos y la dirección de destino asociada con los segundos datos de carga útil identificados identifican un mismo nodo o nodos dentro de una distancia predeterminada entre sí, el nodo 306 puede determinar que la primera y segunda carga útil extraída los datos deben enviarse a una misma región geográfica y pueden determinar concatenar los datos de carga útil extraídos primero y segundo. En este caso, los primeros y segundos datos de carga útil extraídos pueden haberse extraído desde los paquetes de comunicación transmitidos desde un mismo nodo o nodos diferentes. El nodo 306 puede determinar una dirección de destino de datos de carga útil basándose en la información de dirección incluida en un paquete de comunicación, tal como información de dirección en datos de control.

Adicionalmente, en algunos casos, el nodo 306 puede determinar concatenar los primeros datos de carga útil extraídos con los segundos datos de carga útil extraídos cuando el nodo 306 y/o el nodo 308 soporta una técnica de modulación concreta y/o velocidad de datos. Por ejemplo, cuando un nodo que transmitirá datos de carga útil concatenados (por ejemplo, el nodo 306) y/o un nodo que recibirá los datos de carga útil concatenados (por ejemplo, el nodo 308) admite una velocidad de datos que es mayor o igual a una velocidad de datos a la que se recibió un paquete de comunicación,

entonces se puede determinar concatenar los datos de carga útil extraídos primero y segundo. En algunos casos, una velocidad de datos mayor puede permitir la transmisión de un paquete de comunicación más grande en comparación con una velocidad de datos menor.

5 Como alternativa o además de, el nodo 306 puede determinar concatenar los primeros datos de carga útil extraídos con los segundos datos de carga útil extraídos cuando los datos de carga útil extraídos primero y segundo están asociados con una aplicación o tipo de aplicación igual o similar. Por ejemplo, los datos de carga útil extraídos primero y segundo pueden estar asociados con una aplicación configurada para generar un tipo particular de información.

10 Como ilustración, se puede configurar una aplicación de metrología en el modo 302 para recuperar los datos de consumo del medidor (por ejemplo, una lectura del medidor) del nodo 302 y notificar los datos de consumo del medidor a una oficina central. Al informar a la oficina central, los datos de consumo del medidor pueden transmitirse al nodo 306 como datos de carga útil en un paquete de comunicación. Mientras tanto, una misma aplicación de metrología en el nodo 304 puede transmitir datos de consumo del medidor del nodo 304 al nodo 306 como datos de carga útil en un  
15 paquete de comunicación. El nodo 306 puede determinar concatenar los datos de la carga útil recibidos del nodo 302 y los datos de la carga útil recibidos del nodo 304, donde los datos de la carga útil se originaron en una misma aplicación (por ejemplo, aplicación de metrología). Esto puede permitir que se combinen y transmitan datos de un tipo similar y/o datos que se enviarán a una ubicación similar (por ejemplo, la oficina central).

20 Cuando se determina concatenar datos de carga útil extraídos, el nodo 306 puede concatenar (por ejemplo, combinar) los datos de carga útil extraídos. En la figura 3, el nodo 306 ha determinado concatenar los datos 312 de carga útil extraídos para formar datos 314 de carga útil concatenados. Al concatenar datos de carga útil, los datos de carga útil pueden convertirse a medida que los datos de carga útil atraviesan los nodos de una red.

25 En algunas realizaciones, los datos 314 de carga útil concatenados se transmiten al nodo 308 sin segmentación. Los datos 314 de carga útil concatenados pueden transmitirse en un paquete de comunicación 316. Por ejemplo, cuando un tamaño de los datos 314 de carga útil concatenados entra dentro de un rango particular de bits y/o bytes, los datos 314 de carga útil concatenados pueden transmitirse al nodo 308. El rango particular de bits y/o bytes puede basarse en una técnica de modulación y/o velocidad de datos soportada por los nodos 306 y 308. En algunos casos, una  
30 técnica de modulación particular y/o velocidad de datos puede ser más adecuada (por ejemplo, basada en una relación señal/ruido, etc.) para un tamaño de paquete de comunicación particular en comparación con otra técnica de modulación y/o velocidad de datos.

35 En algunos casos, el paquete de comunicación 316 se transmite a una velocidad de datos que es mayor o igual a una velocidad de datos a la que se recibió al menos uno de los paquetes de comunicación 310 en el nodo 306. La velocidad de datos asociada con la transmisión del paquete de comunicación 316 puede ser una velocidad de datos soportada por el nodo 306 y el nodo 308. Al hacerlo, se puede reducir el tiempo de comunicación para transmitir datos de carga útil.

40 Mientras tanto, en otras realizaciones, los datos 314 de carga útil concatenados se transmiten al nodo 308 después de que los datos 314 de carga útil concatenados se segmentan (por ejemplo, se dividen). La segmentación puede basarse en una técnica de modulación y/o velocidad de datos que es compatible con el nodo particular que enviará los datos de carga útil concatenados (por ejemplo, el nodo 306) y/o un nodo que recibirá los datos de carga útil concatenados (por ejemplo, el nodo 308). En la figura 3, los datos 318 de carga útil concatenados segmentados  
45 representan los datos 314 de carga útil concatenados que han sido segmentados por el nodo 306.

Como ilustración, cuando se determina que una velocidad de datos soportada por los nodos 306 y 308 es mayor o igual a una velocidad de datos predeterminada, los datos 314 de carga útil concatenados pueden segmentarse en  
50 cargas útiles que tienen cada una más o el mismo número predeterminado de bits y/o bytes. Como alternativa, cuando se determina que una velocidad de datos soportada por los nodos 306 y 308 es menor que la velocidad de datos predeterminada, los datos 314 de carga útil concatenados pueden segmentarse en cargas útiles que tienen cada una menos que el número predeterminado de bits y/o bytes. Al hacerlo, los datos de carga útil concatenados se pueden convertir aún más a medida que los datos de carga útil atraviesan los nodos de una red.

55 En realizaciones donde los datos de carga útil concatenados están segmentados, los segmentos pueden transmitirse individualmente a uno o más nodos. En este caso, cada segmento se transmite en un paquete de comunicación que incluye datos de control. En la figura 3, los datos 318 de carga útil concatenados segmentados se transmiten al nodo 308 en paquetes de comunicación individuales, como se ilustra mediante paquetes de comunicación con datos 320 de carga útil concatenados segmentados. Cada paquete de comunicación individual puede transmitirse en base a una  
60 técnica de modulación y/o velocidad de datos que es soportada por los nodos 306 y 308 y/o que fue la base para segmentar los datos de carga útil concatenados. En algunos casos, al transmitir paquetes de comunicación con datos de carga útil segmentados, un nodo puede transmitir a una velocidad de datos menor que una velocidad de datos a la que el nodo recibió al menos algunos de los datos de carga útil. Una velocidad de datos más baja puede permitir al nodo evitar interferencias y/o transmitir un paquete de comunicación a una distancia mayor.

65 El nodo 306 puede enviar (por ejemplo, transmitir) el paquete de comunicación 316 o los paquetes de comunicación

320 después de que haya expirado un período de tiempo (por ejemplo, período de tiempo predeterminado). Por ejemplo, el paquete de comunicación 316 o los paquetes de comunicación 320 pueden enviarse después de que haya expirado un período de tiempo desde que se recibió uno de los paquetes de comunicación 310, después de un período de tiempo reservado para la comunicación entre los nodos 302 y/o 304 y el nodo 306 ha expirado y/o después de que un período de tiempo utilizado para almacenar los datos de carga extraídos haya expirado. Al enviar un paquete de comunicación después de que haya expirado un período de tiempo, un nodo puede esperar para ver si se transmitirán más datos al nodo que pueden combinarse y transmitirse.

En algunos casos, los datos (por ejemplo, datos de carga útil) se cifran y/o descifran durante la conversión de uno o más paquetes de comunicación. Por ejemplo, si uno o más de los paquetes de comunicación, o datos dentro de los paquetes de comunicación, se reciben en un nodo particular en un formato cifrado, el nodo particular puede descifrar los datos cifrados (por ejemplo, datos de carga útil cifrados). Entonces, el nodo particular puede concatenar y/o segmentar los datos. En algunos casos, los datos concatenados y/o segmentados se cifran y envían a otro nodo, mientras que en otros casos los datos concatenados y/o segmentados se envían sin cifrar.

Además, en algunos casos, los datos (por ejemplo, datos de carga útil) pueden mantenerse en un formato cifrado durante la conversión de uno o más paquetes de comunicación. Por ejemplo, cuando los datos cifrados se envían a través de una red de nodos, se puede utilizar un paquete de comunicación con datos de control no cifrados y datos de carga útil cifrados. Debido a que los datos de control no están cifrados, un nodo puede utilizar los datos de control para determinar si se combinan los datos de carga útil (por ejemplo, los datos cifrados) con otros datos de carga útil y se envían los datos de carga combinada a otro nodo. Por ejemplo, el nodo puede utilizar la información de dirección incluida en los datos de control para determinar un destino de los datos cifrados. Como tal, en algunos casos, las técnicas descritas en el presente documento pueden aprovecharse sin descifrar los datos cifrados, manteniendo así la seguridad de los datos a medida que los datos atraviesan la red.

Como se ha señalado anteriormente, las técnicas de conversión descritas en el presente documento pueden permitir que los datos se transmitan de manera eficiente. Por ejemplo, combinando datos de carga útil que se enviarán a una misma ubicación o similar y transmitiendo los datos combinados de carga útil, se pueden utilizar menos datos generales (por ejemplo, datos de control) para transmitir los datos en comparación con la transmisión individual de las cargas útiles. Esto puede reducir el tiempo de comunicación y aumentar la capacidad de comunicación de una red.

Además, al utilizar una técnica de modulación y/o velocidad de datos soportada por nodos de una red para combinar y/o segmentar datos de carga útil, la red puede aprovechar las capacidades de los nodos. Potencialmente, esto puede permitir que los datos (por ejemplo, datos de carga útil) se transmitan a una velocidad de datos más alta a la que los datos podrían haberse transmitido. Por ejemplo, cuando una velocidad de datos de una ruta de comunicación (por ejemplo, conexión inalámbrica) utilizada para reenviar datos de carga útil desde un nodo es mayor que una velocidad de datos de una ruta de comunicación utilizada para recibir los datos de carga útil en el nodo, entonces los datos de carga útil pueden combinarse con otros datos de carga útil y transmitirse desde el nodo a una velocidad de datos más alta.

Además, en algunos casos, las técnicas de conversión descritas en el presente documento pueden aprovecharse para datos cifrados. En algunos ejemplos, los datos de carga útil que se reciben en un formato cifrado pueden mantenerse en un formato cifrado mientras que otros datos de carga útil se combinan con datos de carga útil cifrados y los datos de carga combinados se segmentan y/o envían a otro nodo. Esto puede mantener la seguridad de los datos de carga útil cifrados a medida que los datos atraviesan los nodos de una red. Como alternativa o además de, los datos de carga útil que se reciben en un formato cifrado pueden descifrarse, combinarse, segmentarse y/o enviarse a un nodo. Esto puede proporcionar mayor seguridad a los datos de carga útil.

#### EJEMPLO DE UNIDAD DE DATOS DE PROTOCOLO (PDU)

La figura 4 ilustra una unidad de datos de protocolo de ejemplo que puede utilizarse para transmitir datos de carga útil. El término PDU se usa en el presente documento para hacer referencia generalmente a cualquier comunicación, mensaje o transmisión dentro de una red de comunicación, como la que se muestra en la figura 1. El término PDU se basa, al menos en concepto, en el modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI) y puede comprender, por ejemplo, un bit, una trama, un paquete, un segmento, etc. En algunos casos, una o más capas del modelo OSI puede utilizarse para transferir una o más PDU entre nodos. Por ejemplo, la capa de enlace de datos del modelo OSI puede utilizarse para transferir PDU entre dos o más de los nodos 102 en la arquitectura 100. En implementaciones particulares, la subcapa de control de acceso a medios (MAC) de la capa de enlace de datos puede utilizarse para transferir PDU entre dos o más de los nodos 102.

La figura 4 ilustra una trama 400 de comunicación de ejemplo que puede usarse para transmitir datos de carga útil a uno o más nodos. En este ejemplo, la estructura de trama de comunicación está definida, al menos en parte, por la norma IEEE 802.15.4. Sin embargo, en otros ejemplos, se pueden usar otras estructuras de PDU para transmitir datos de carga útil. Como se muestra en la figura 4, la trama 400 de comunicación puede incluir los siguientes campos: control de trama, número de secuencia, identificador de red de área personal (PAN) de destino, dirección de destino, identificador de 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 de comunicación son bien conocidos por los expertos en la materia y no se describen con detalle en el presente documento.

En la trama 400 de comunicación de ejemplo, el control de trama, el número de secuencia, el identificador de PAN de destino, la dirección de destino, el identificador de PAN de origen, la dirección de origen, el encabezado de seguridad auxiliar y la secuencia de verificación de trama (FCS) incluyen datos de control. En algunos casos, el control de trama, el número de secuencia, el identificador de PAN de destino, la dirección de destino, el identificador de PAN de origen, la dirección de origen, el encabezado de seguridad auxiliar representa un encabezado, mientras que la secuencia de verificación de trama representa un pie de página. Mientras tanto, la carga útil incluye datos de carga útil que pueden ser de tamaño variable en función del tamaño de los datos que se incluirán en la trama 400 de comunicación.

## PROCESO DE EJEMPLO

Las figuras 5A-5B ilustran un proceso 500 de ejemplo para extraer datos de carga útil de paquetes de comunicación, determinando si concatenar datos de carga útil extraídos, concatenar datos de carga útil extraídos y enviar los datos de carga útil concatenados. Para facilitar la ilustración, el proceso 500 se describe como realizado en la arquitectura 100 de la figura 1. Por ejemplo, una o más de las operaciones individuales del proceso 500 pueden ser realizadas por cualquiera de los nodos 102 en la arquitectura 100, tal como el nodo 102B. Sin embargo, el proceso 500 puede realizarse en otros sistemas y/o utilizando otros componentes.

El proceso 500 (así como cada proceso descrito en el presente documento) se ilustra como un diagrama de flujo lógico, cada operación del cual representa una secuencia de operaciones que pueden implementarse en hardware, software o una combinación de los mismos. 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 citadas. En general, las instrucciones ejecutables por ordenador incluyen rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos y similares que realizan funciones particulares o implementan tipos de datos abstractos particulares. El orden en que se describen las operaciones no se interpreta como una limitación, y se puede combinar cualquier número de las operaciones descritas en cualquier orden nuevo y/o en paralelo para implementar el proceso.

En la figura 5A, en la operación 502, un nodo recibe paquetes de comunicación de uno o más nodos vecinos (por ejemplo, nodos dentro del rango de comunicación al nodo). Cada paquete de comunicación puede incluir datos de control y datos de carga útil. En la operación 504, el nodo extrae datos de carga útil de cada uno de los paquetes de comunicación recibidos.

En la operación 506, el nodo almacena los datos de carga útil extraídos en la memoria del nodo durante un período de tiempo (por ejemplo, un período de tiempo predeterminado). El período de tiempo puede comprender una ventana de contención, un período de tiempo reservado por un nodo para la comunicación en una red, y así sucesivamente. En algunos casos, el período de tiempo lo especifica un sistema de administración de red y/o un usuario asociado con la red.

En algunos ejemplos, las operaciones 502-506 se realizan a medida que se recibe cada paquete de comunicación. Es decir, un nodo puede recibir un paquete de comunicación particular, extraer datos de carga útil del paquete de comunicación y almacenar los datos de carga útil extraídos en la memoria durante un período de tiempo (por ejemplo, un período de tiempo predeterminado). En otros casos, las operaciones 502-506 pueden realizarse en una pluralidad de paquetes de comunicación.

En la operación 508, un nodo puede determinar si concatenar (por ejemplo, combinar) los datos de carga útil extraídos. Por ejemplo, el nodo puede determinar si combinar datos de carga útil que se han extraído en la operación 504. La operación 508 puede incluir realizar una o más operaciones para determinar si se concatenan los datos de carga útil extraídos. Estas operaciones se ilustran en la figura 5B y se tratarán con más detalle más adelante.

Cuando la operación 508 determina no concatenar datos de carga útil, se puede realizar una operación 510. En la operación 510, un nodo puede enviar los datos de la carga útil a otro nodo. En algunos casos, los datos de la carga útil se envían en la misma forma en que se recibieron en el nodo. Es decir, los datos de carga útil recibidos en un único paquete de comunicación se enviarán en un único paquete de comunicación sin combinar y/o segmentar los datos de carga útil con otros datos de carga útil. Cuando la operación 508 determina concatenar datos de carga útil, se puede realizar una operación 512. En la operación 512, un nodo puede concatenar (por ejemplo, combinar) datos de carga útil extraídos. Por ejemplo, el nodo puede concatenar dos o más cargas útiles extraídas basándose en una determinación en la operación 508 para concatenar las dos o más cargas útiles extraídas. Las cargas útiles concatenadas pueden formar datos continuos.

En algunos casos, el proceso 500 incluye una operación 514. En la operación 514, un nodo segmenta datos de carga útil concatenados. Es decir, los datos de carga útil concatenados pueden dividirse en múltiples segmentos. La operación 514 puede realizarse basándose en una técnica de modulación y/o velocidad de datos soportada por un nodo que enviará los segmentos y/o un nodo que recibirá los segmentos.

5 En la operación 516, un nodo puede enviar (por ejemplo, transmitir) datos de carga útil concatenados a uno o más nodos vecinos. En algunos casos, los datos de carga útil concatenados segmentados de la operación 514 se envían como múltiples paquetes de comunicación, mientras que en otros casos los datos de carga útil concatenados de la operación 512 se envían en un solo paquete de comunicación. Además, en algunos casos, los datos de carga útil concatenados se envían después de que haya expirado un período de tiempo (por ejemplo, un período de tiempo predeterminado). El período de tiempo puede corresponder al período de tiempo durante el cual los datos de carga útil extraídos se almacenan en la operación 506.

10 La figura 5B ilustra operaciones 518-522 de ejemplo que pueden realizarse para determinar si se deben concatenar datos de carga útil en la operación 508. Se puede realizar una cualquiera o una combinación de las operaciones 518-522 en la operación 508 en cualquier orden. En la operación 518, el nodo puede determinar un destino de datos de carga útil extraídos. Esta determinación puede basarse en las direcciones de destino incluidas en los datos de control asociados con los datos de carga útil extraídos. Por ejemplo, cuando los primeros datos de carga útil extraídos y los  
15 segundos datos de carga útil extraídos se envían a un mismo nodo o nodos dentro de una distancia predeterminada entre sí (por ejemplo, la misma región geográfica), la operación 508 puede determinar concatenar los primeros y segundos datos de carga útil extraídos.

20 En la operación 520, el nodo puede determinar una técnica de modulación y/o velocidad de datos soportada por un nodo que recibió los paquetes de comunicación y un nodo al que se enviarán datos de carga útil extraídos concatenados. Cuando la técnica de modulación y/o la velocidad de datos son una técnica de modulación particular y/o velocidad de datos (por ejemplo, una velocidad de datos mayor que una velocidad de datos a la que se recibió un paquete de comunicación), la operación 508 puede determinar concatenar los datos de carga útil extraídos.

25 En la operación 522, el nodo puede determinar una aplicación o tipo de aplicación asociada con los datos de carga útil extraídos. Cuando una aplicación o tipo de aplicación es igual o similar para cargas útiles extraídas, la operación 508 puede determinar concatenar las cargas útiles extraídas.

### 30 CONCLUSIÓN

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 actos específicos se desvelan como formas ilustrativas de implementación de las realizaciones. La invención se define mediante las reivindicaciones independientes.

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo (306) configurado para su uso como un nodo (306) en una red en malla heterogénea que comprende un primer nodo (302) de utilidad, un segundo nodo (304) de utilidad y un tercer nodo (308) de utilidad, comprendiendo el dispositivo:  
 5 una unidad (110) de procesamiento configurada para realizar actos que incluyen:
- 10 recibir un primer paquete de comunicación (310) desde el primer nodo (302) de utilidad y un segundo paquete de comunicación (310) desde el segundo nodo (304) de utilidad, comprendiendo cada uno de los paquetes de comunicación (310) primero y segundo datos de control y datos de carga útil;  
 15 extraer los datos (312) de carga útil del primer paquete de comunicación (310) y los datos (312) de carga útil del segundo paquete de comunicación (310);  
 20 determinar que los datos (312) de carga útil extraídos del primer paquete de comunicación (310) y los datos (312) de carga útil extraídos del segundo paquete de comunicación (310) están asociados con una aplicación o tipo de aplicación igual o similar;  
 25 concatenar los datos (312) de carga útil extraídos del primer paquete de comunicación (310) y los datos (312) de carga útil extraídos del segundo paquete de comunicación (310) para formar datos (314) de carga útil concatenados basados al menos en parte en la determinación;  
 30 determinar que una velocidad de datos soportada por el dispositivo y el tercer nodo (308) de utilidad al cual se transmitirán los datos (314) de carga útil concatenados es menor que una velocidad de datos predeterminada;  
 35 segmentar los datos (314) de carga útil concatenados en cargas útiles (318) segmentadas que tienen cada una menos de un número predeterminado de bits y/o bytes; y  
 40 transmitir los datos (318) de carga útil segmentada en un paquete de comunicación (320) al tercer nodo (308) de utilidad, en el que la transmisión incluye transmitir segmentos de los datos (318) de carga útil segmentada individualmente y en el que cada segmento se transmite en un paquete de comunicación (318) que incluye datos de control.
2. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que la determinación de que los datos (312) de carga útil extraídos del primer paquete de comunicación (310) y los datos (312) de carga útil extraídos del segundo paquete de comunicación (310) están asociados con una aplicación o tipo de aplicación igual o similar incluye:  
 30 determinar que los datos de carga útil del primer paquete de comunicación (310) y los datos de carga útil del segundo paquete de comunicación (310) incluyen cada uno datos de consumo de una misma aplicación de metrología.
3. El dispositivo de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el dispositivo comprende: un dispositivo de control;  
 35 un sensor; un transformador; un enrutador; un servidor; un relé; un interruptor; o una válvula.
4. El dispositivo de cualquier reivindicación precedente, en el que el dispositivo se implementa como un medidor de servicios.
- 40 5. El dispositivo de cualquier reivindicación precedente, en el que los actos incluyen además:  
 45 almacenar los datos (312) de carga útil extraídos del primer paquete de comunicación (310) y los datos (312) de carga útil extraídos del segundo paquete de comunicación (310) durante un período de tiempo predeterminado.
6. El dispositivo de cualquier reivindicación precedente, en el que la segmentación se basa además en al menos una de una técnica de modulación o una velocidad de datos que es compatible con el dispositivo y el tercer nodo de servicios (308).
7. Un método bajo control de un primer nodo (306) de una red en malla heterogénea, comprendiendo el método:  
 50 recibir un primer paquete de comunicación (310) de un segundo nodo (302) de la red en malla heterogénea y un segundo paquete de comunicación (310) de un tercer nodo (304) de la red en malla heterogénea, comprendiendo cada uno del primer y el segundo paquete de comunicación (310) datos de control y datos de carga útil;  
 55 extraer los datos (312) de carga útil del primer paquete de comunicación (310) y los datos de carga útil del segundo paquete de comunicación (310);  
 60 determinar que los datos de carga útil del primer paquete de comunicación (310) y los datos de carga útil del segundo paquete de comunicación (310) están asociados con una aplicación o tipo de aplicación igual o similar;  
 65 en respuesta a la determinación de que los datos de carga útil del primer paquete de comunicación (310) y los datos de carga útil del segundo paquete de comunicación (310) incluyen cada uno datos de consumo de la aplicación o tipo de aplicación igual o similar, concatenando los datos de carga útil del primer paquete de comunicación con los datos de carga útil del segundo paquete de comunicación para formar datos (314) de carga útil combinados;  
 70 determinar que una velocidad de datos soportada por el primer nodo (306) y un cuarto nodo (308) al que se transmitirán los datos (314) de carga útil concatenados es menor que una velocidad de datos predeterminada;  
 75 segmentar los datos (314) de carga útil concatenados en cargas útiles (318) segmentadas que tienen cada una menos de un número predeterminado de bits y/o bytes; y  
 80 transmitir de forma inalámbrica los datos (314) de carga útil combinados al cuarto nodo (308) de la red en malla

heterogénea, en el que la transmisión inalámbrica incluye segmentos de transmisión inalámbrica de los datos (318) de carga útil segmentados individualmente y en el que cada segmento se transmite en un paquete de comunicación (320) que incluye datos de control.

5 8. El método de la reivindicación 7, en el que la etapa de determinar que los datos de carga útil del primer paquete de comunicación (310) y los datos de carga útil del segundo paquete de comunicación (310) están asociados con una aplicación o tipo de aplicación igual o similar comprende además:  
determinar que los datos de carga útil del primer paquete de comunicación (310) y los datos de carga útil del segundo paquete de comunicación (310) incluyen cada uno datos de consumo de una misma aplicación de metrología.

10 9. El método de la reivindicación 7 o la reivindicación 8, que comprende además: determinar que los datos de carga útil del primer paquete de comunicación (310) y los datos de carga útil del segundo paquete de comunicación (310) deben transmitirse a un mismo nodo o nodos dentro de un predeterminado distancia entre sí, en el que los datos de carga útil del primer paquete de comunicación (310) y los datos de carga útil del segundo paquete de comunicación (310) se concatenan en base al menos en parte a la determinación de que los datos de carga útil del primer paquete de comunicación (310) y los datos de carga útil del segundo paquete de comunicación (310) deben transmitirse al mismo nodo o nodos dentro de la distancia predeterminada entre sí.

15 10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, que comprende además:  
20 determinar que una velocidad de datos a la que se transmitirán los datos (314) de carga útil combinados es mayor o igual a una velocidad de datos a la que se recibe el primer paquete de comunicación (310) o el segundo paquete de comunicación (310); y  
en el que los datos de carga útil del primer paquete de comunicación (310) y los datos de carga útil del segundo paquete de comunicación (310) se concatenan en base al menos en parte a la determinación de que la velocidad de datos a la que se transmitirán los datos (314) concatenados es mayor o igual que la velocidad de datos a la que se recibe el primer paquete de comunicación (310) o el segundo paquete de comunicación (310).

25 11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que:  
30 la recepción incluye recibir al menos uno del primer paquete de comunicación (310) o el segundo paquete de comunicación (310) a una primera velocidad de datos a través de una conexión inalámbrica; y  
la transmisión inalámbrica incluye la transmisión inalámbrica de los datos (314) de carga útil concatenados a una segunda velocidad de datos a través de otra conexión inalámbrica, siendo la segunda velocidad de datos mayor o igual que la primera velocidad de datos.

35 12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11,  
40 en el que la segmentación se basa además al menos en parte en una técnica de modulación que es soportada por el primer nodo (306) y el cuarto nodo (308); y  
en el que la transmisión inalámbrica incluye la transmisión inalámbrica de los segmentos de los datos (318) de carga útil segmentados individualmente basados al menos en parte en la técnica de modulación.

45 13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, que comprende además:  
recibir un tercer paquete de comunicación (310), en el que el tercer paquete de comunicación (310) indica que los datos de carga útil incluyen una porción de datos segmentados ubicados en otro nodo;  
almacenar los datos de carga útil del tercer paquete de comunicación (310) durante un período de tiempo, en el que el período de tiempo es un período reservado para la comunicación entre el primer nodo (306) y el otro nodo;  
50 y  
recibir un cuarto paquete de comunicación (310) durante el período de tiempo;  
en el que el cuarto paquete de comunicación incluye un resto de los datos segmentados ubicados en otro nodo.

14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, en el que la transmisión inalámbrica incluye la transmisión inalámbrica de los datos (314) de carga útil concatenados después de un período de tiempo predeterminado.

55 15. Uno o más medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios que almacenan instrucciones ejecutables que, cuando son ejecutadas por uno o más procesadores (112), hacen que uno o más procesadores (112) realicen el método de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 14.

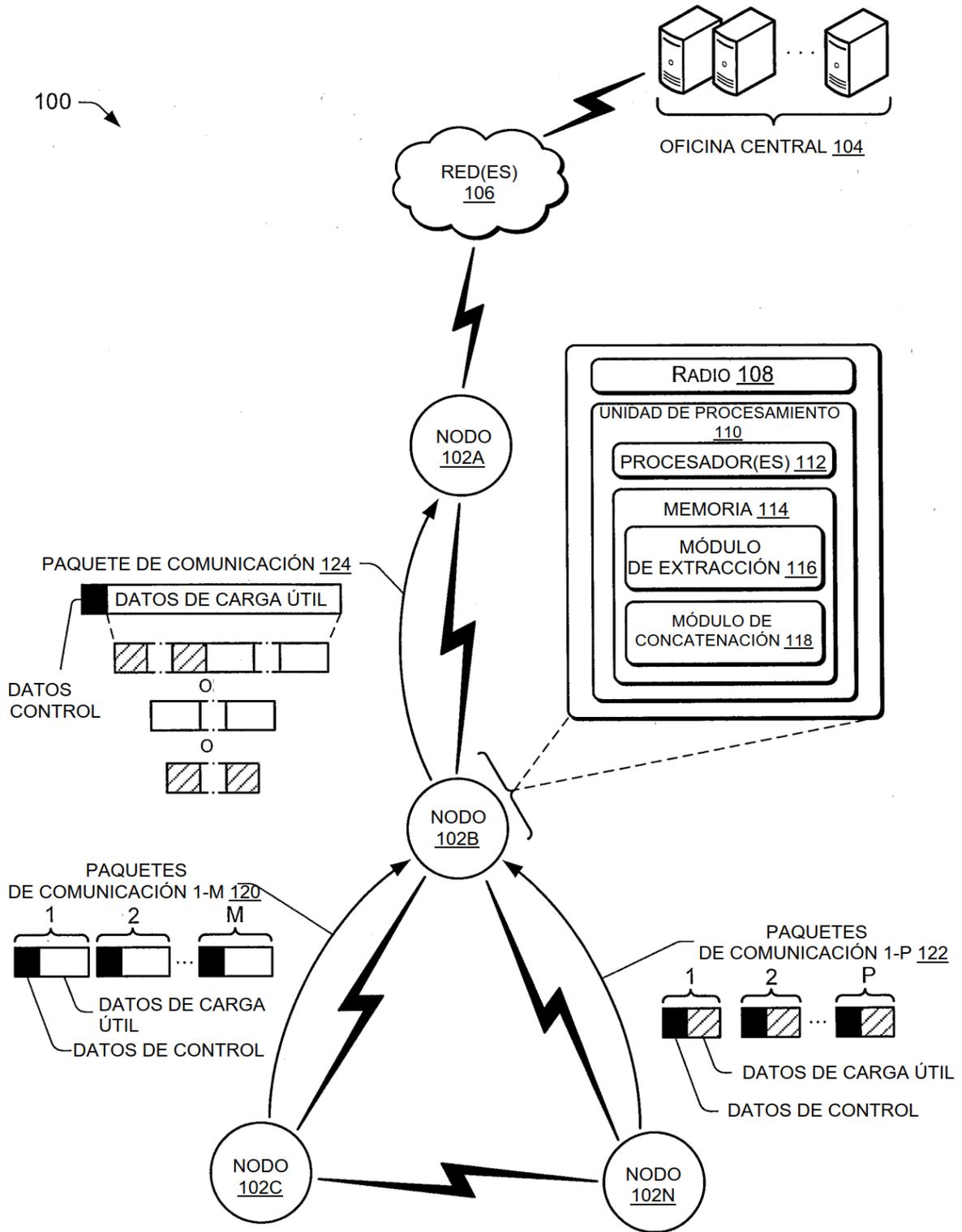


FIG. 1

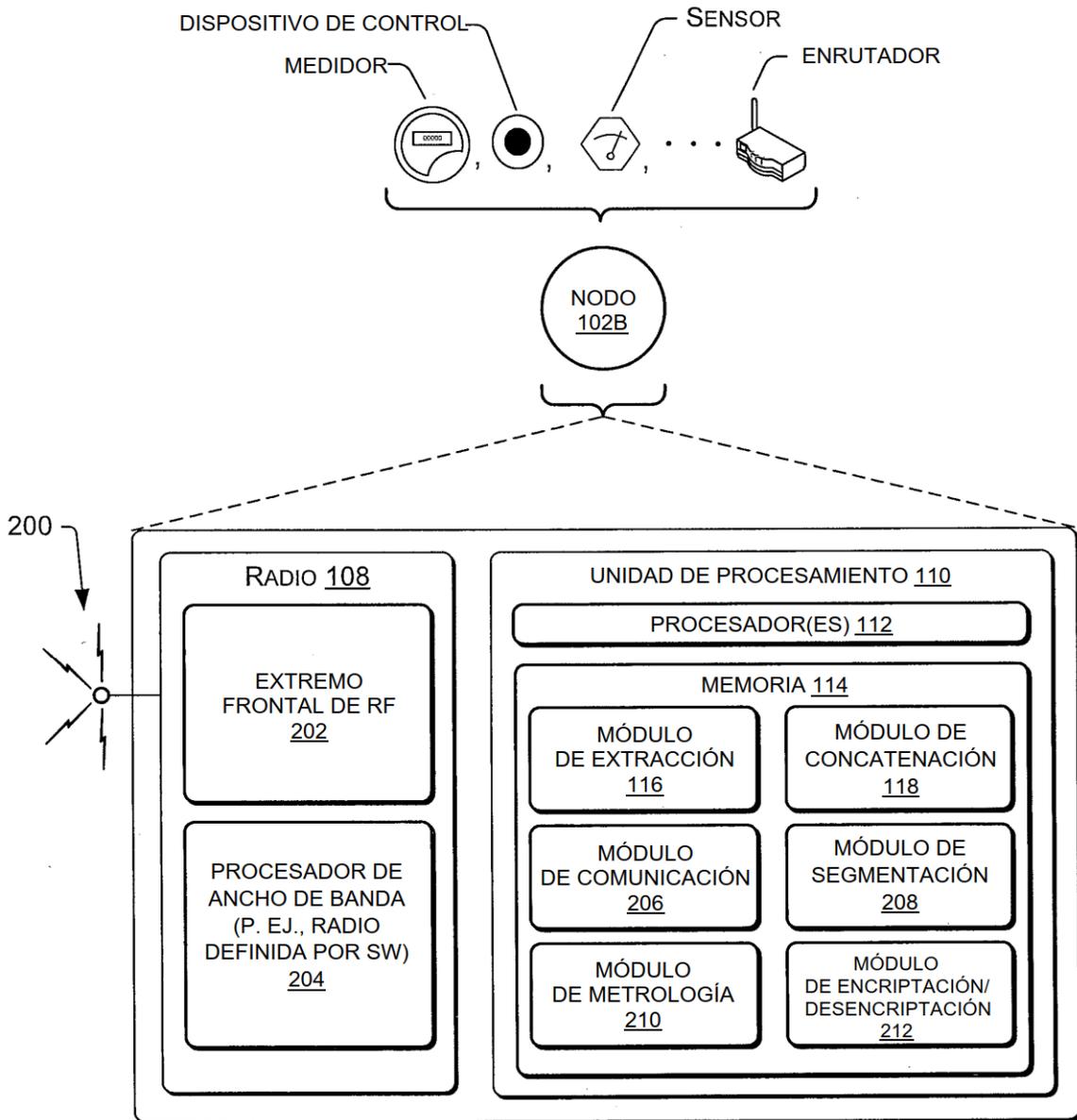


FIG. 2

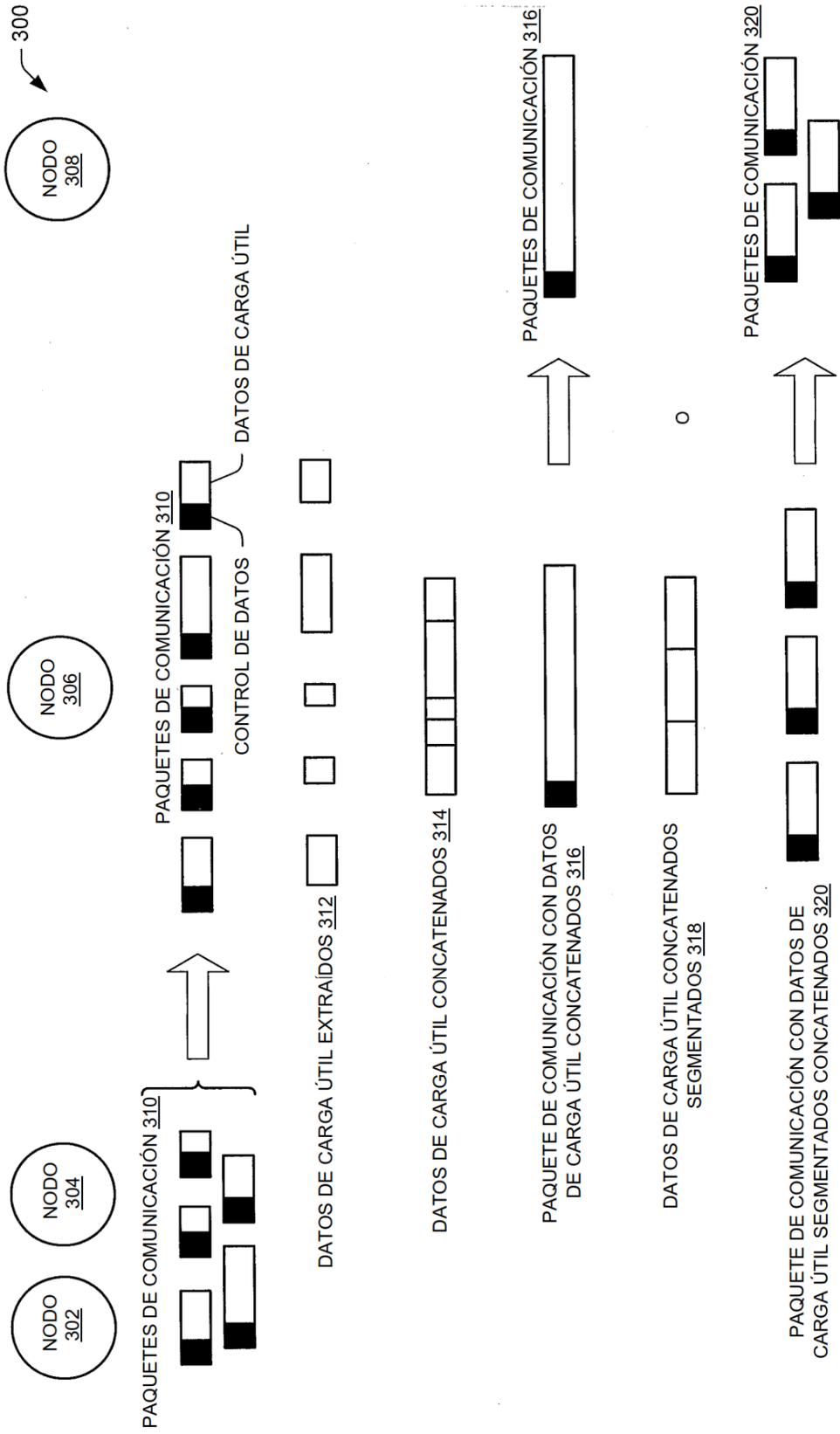


FIG. 3

400

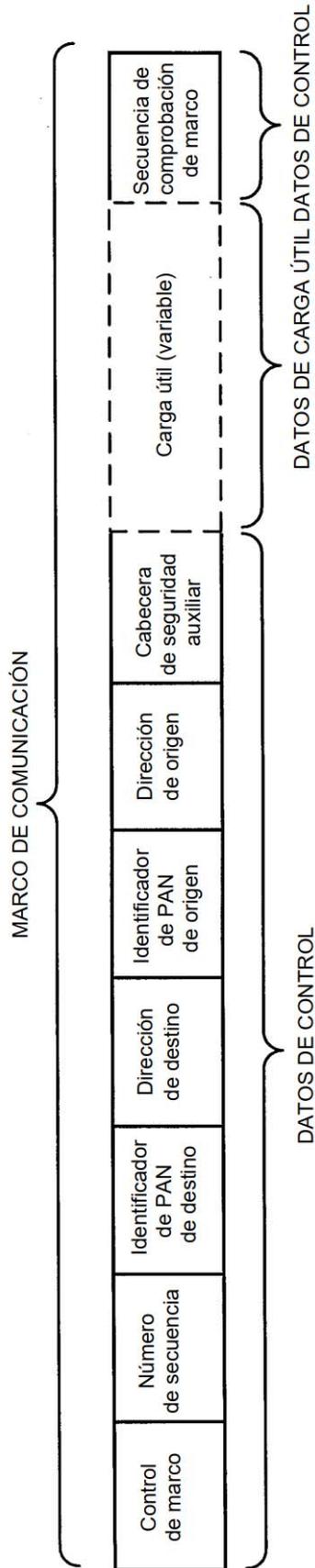


FIG. 4

500

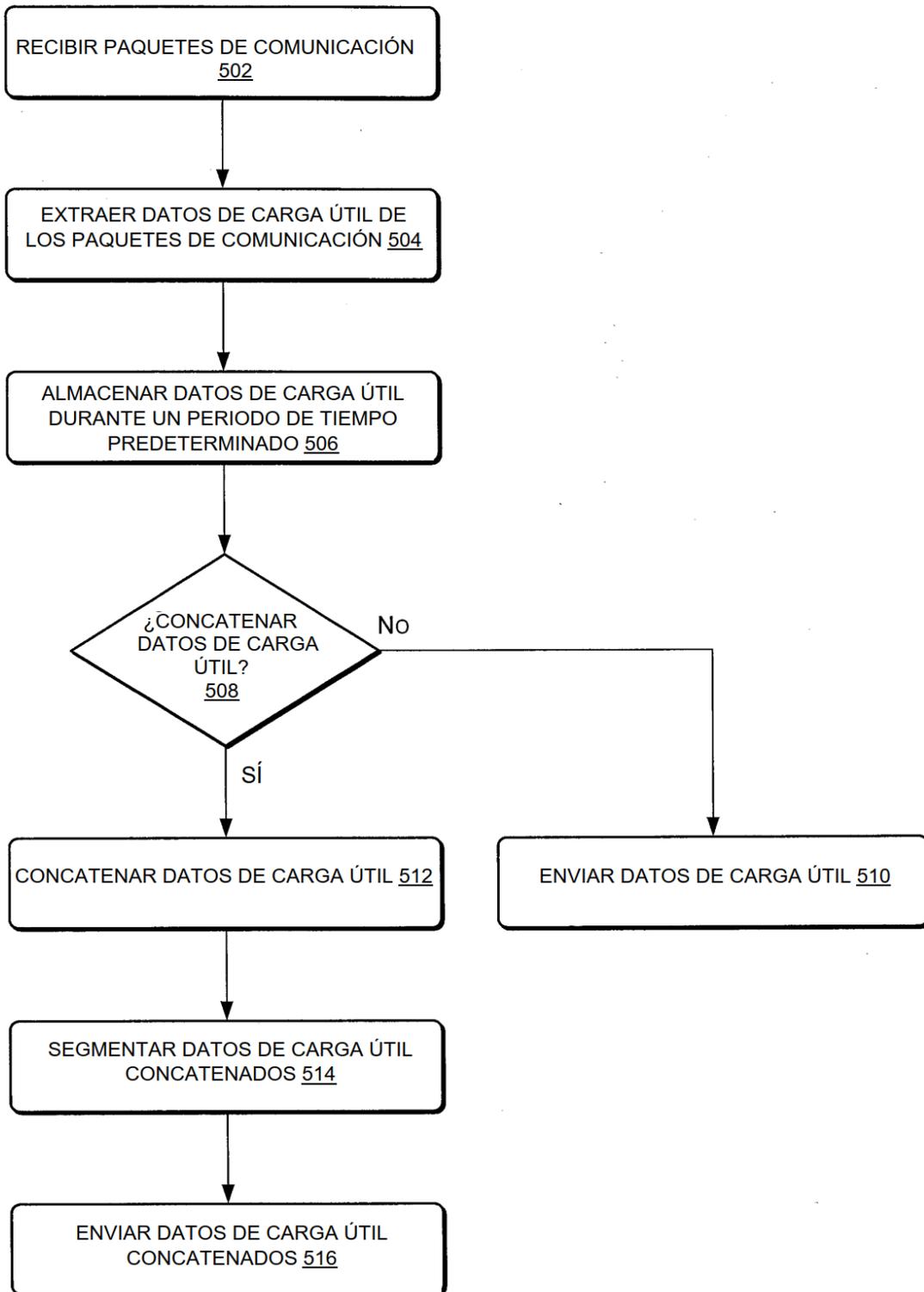


FIG. 5A

500

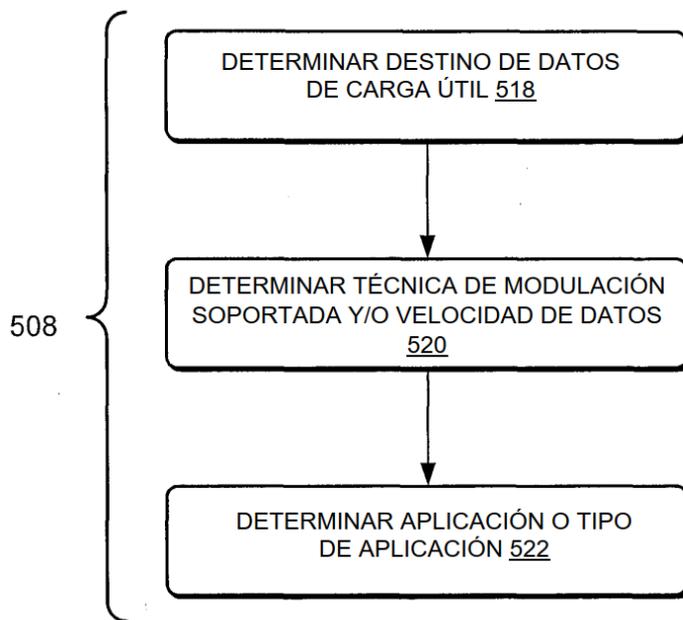


FIG. 5B