

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 999 019**

51 Int. Cl.:

H04L 1/1607 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2012 E 21159842 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2024 EP 3866363**

54 Título: **Agrupación de acuses de recibo de paquetes en función de la distancia y de la velocidad de datos**

30 Prioridad:

31.01.2012 FI 20125097

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.02.2025

73 Titular/es:

**TELENOR MARITIME OY (100.00%)
Elektroniikkatie 10
90590 Oulu, FI**

72 Inventor/es:

**LINDÉN, TONI;
VANNINEN, TEEMU y
RAUSTIA, MATTI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 999 019 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

Agrupación de acuses de recibo de paquetes en función de la distancia y de la velocidad de datos

Campo

- 5 La invención se refiere al campo de las comunicaciones por radio y, en particular, al manejo de mensajes de acuse de recibo.

Antecedentes

- 10 En los sistemas de comunicación por radio modernos que utilizan transmisiones de paquetes, un receptor reconoce la recepción de un paquete de datos transmitiendo un mensaje de acuse de recibo. El acuse de recibo comprende típicamente un acuse de recibo positivo (ACK) para indicar la recepción correcta del paquete de datos y un acuse de recibo negativo (NAK) o ningún acuse de recibo para indicar una recepción errónea o inexistente del paquete de datos. Algunos sistemas utilizan agrupación de acuses de recibo, en donde el receptor agrupa una pluralidad de acuses de recibo en el mismo mensaje de acuse de recibo de acuerdo con un criterio.

- 15 El Documento de 3GPP, R1-081325, "Multiple ACK/NACKs transmission for TDD", de CATT, 3GPP TSG RAN WG1, reunión n° 52bis, Shenzhen, China, del 31 de marzo al 4 de abril de 2008, sugiere definir varias clases de agrupación de paquetes ACK. Si no hay problema de cobertura, se debe adoptar el esquema con un número mínimo de ACK/NACK agrupados. Las clases se deben seleccionar de acuerdo con la capacidad de cobertura.

- 20 El Documento de 3GPP, R1-094739, "ACK/NACK Design for LTE-Advanced", de ZTE, 3GPP TSG RAN WG1, reunión n° 58bis, Jeju, Corea, 9 al 13 de noviembre de 2009, sugiere en el marco de un sistema de multiportadoras que usa agrupación ACK (a través de múltiples operadores de componentes) cuando la cobertura es limitada, y usa un ACK por operador cuando no hay problema de cobertura.

- 25 El Documento de 3GPP, R1-084163, "Further refinement on ACK/NACK multiplexing in TDD", de Samsung, 3GPP TSG RAN WG1, reunión n° 55, Praga, República Checa, 10 al 14 de noviembre de 2008, sugiere utilizar multiplexación ACK/NACK para UE sin problema de cobertura, y seleccionar agrupación ACK/NACK para UE con problema de cobertura.

- El Documento 3GPP, R1-062715, "Repetition of ACK/NACK in E-UTRA Uplink", de NTT DoCoMo, Mitsubishi Electric, NEC, Panasonic, Sharp, 3GPP TSG RAN WG1, reunión n° 46bis, Seúl, Corea, 9 al 13 de octubre de 2006, sugiere aumentar el número de ACK/NACK repetidos en función del radio de celda (cobertura) que se debe lograr. Se especifica que la pérdida de trayectoria depende del radio de la celda.

Breve descripción

La invención está definida por las reivindicaciones independientes. Las realizaciones de la invención están definidas en las reivindicaciones dependientes.

Lista de dibujos

- 35 Las realizaciones de la presente invención se describen a continuación, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

la Figura 1 ilustra un escenario de comunicación inalámbrica al que se pueden aplicar realizaciones de la invención;

la Figura 2 es un diagrama de flujo de un proceso para determinar el número de acuses de recibo agrupados según una realización de la invención;

- 40 las Figuras 3 y 4 ilustran realizaciones para determinar el número de acuses de recibo agrupados y realizar la transmisión de un mensaje de acuse de recibo que comprende el número determinado de acuses de recibo;

la Figura 5 ilustra una realización de un paquete de datos que comprende una orden de agrupación en un encabezado según una realización de la invención;

- 45 la Figura 6 ilustra un diagrama de flujo de un algoritmo para calcular el número de acuses de recibo agrupados según una realización de la invención; y

la Figura 7 ilustra un diagrama de bloques de una estructura de un aparato según una realización de la invención.

Descripción de las realizaciones

- 50 Las siguientes realizaciones son a modo de ejemplo. Aunque la memoria puede referirse a "una", o "alguna" realización(es) en varias ubicaciones, esto no significa necesariamente que cada una de estas referencias sea a la misma realización(es), o que la característica solo se aplica a una sola realización. También se pueden combinar

características únicas de diferentes realizaciones para proporcionar otras realizaciones. Además, se debe entender que las expresiones "que comprende" e "que incluye" no limitan las realizaciones descritas para que consistan únicamente en las características que se han mencionado y dichas realizaciones pueden contener también características/estructuras que no se han mencionado específicamente.

La Figura 1 ilustra un ejemplo de sistema de telecomunicaciones inalámbricas al que se pueden aplicar realizaciones de la invención. Las realizaciones de la invención pueden realizarse en una red ad hoc inalámbrica que comprende una pluralidad de nodos de red 10, 11, 12 que pueden realizarse mediante aparatos de comunicación por radio. La red ad hoc puede referirse a una red que se establece entre los nodos de red 10 a 12 sin ninguna planificación de red con respecto a la infraestructura y/o utilización de frecuencia. Los nodos de red pueden ser operativamente equivalentes entre sí. Al menos algunos de los nodos de red 10 a 12 se pueden mover libremente y también pueden estar configurados para enrutar paquetes de datos que no están relacionados con su propia utilización, por ejemplo, paquetes de datos de otros nodos de red. Sin embargo, se debe entender que los principios de la invención se pueden aplicar a otros tipos de sistemas de comunicación, por ejemplo, redes de malla inalámbricas, sistemas de comunicación que tienen una infraestructura fija tales como sistemas de comunicación celular y otros tipos de sistemas. Los principios de la invención también se pueden aplicar a conexiones punto a punto, en donde dos nodos de red se comunican directamente entre sí sin utilizar ningún otro nodo de red para enrutar los paquetes de datos.

En la realización de la Figura 1, los nodos de red 10 a 12 tienen un rango de comunicación muy largo (incluso mil o miles de kilómetros) y pueden comunicarse directamente con los nodos de red en el otro lado de la Tierra. En general, la distancia de comunicación se puede extender más allá de un horizonte de radio de los nodos de red 10 a 12. Una ecuación genérica para calcular el horizonte radioeléctrico se puede presentar como $D_{rh} = 3,569(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$, donde h_1 y h_2 representan alturas de los nodos de red de comunicación. La capacidad de comunicarse más allá del horizonte de radio se puede conseguir mediante la selección adecuada de la frecuencia operativa, por ejemplo, la frecuencia operativa puede estar restringida a frecuencias inferiores a muy altas (VHF), pero en algunas realizaciones incluso se utilizan frecuencias en la mitad inferior de la banda VHF. Los nodos de red 10 a 12 también se pueden comunicar con satélites que orbitan a una altura de 160 kilómetros (órbita terrestre baja, LEO), por ejemplo. Desde este punto de vista, la distancia de comunicación puede ser superior a 150 kilómetros.

Por otro lado, los nodos de red 10 a 12 se pueden comunicar con nodos de red ubicados a corta distancia, por ejemplo, unos pocos kilómetros o incluso menos. Sus potencias de transmisión pueden variar desde unos pocos vatios (por ejemplo, 20 a 50 W) hasta incluso kilovatios, dependiendo de si el nodo de red es móvil o fijo y del tipo de fuente de alimentación. Por ejemplo, un nodo de red instalado en un edificio, un camión o un barco puede utilizar altas potencias de transmisión, mientras que un dispositivo portátil puede estar limitado a unos pocos vatios. La banda de frecuencia utilizada por los nodos de red 10 a 12 puede comprender una banda de alta frecuencia (HF) (3 a 30 MHz), pero debe entenderse que otras realizaciones utilizan otras bandas de frecuencia, por ejemplo, VHF o frecuencias ultra altas (UHF). Una ventaja de las frecuencias HF es su amplio rango de propagación y el hecho de que pueden propagarse a través de varios tipos de recorridos de comunicación. La Figura 1 ilustra un escenario en el que un primer nodo de red 10 se comunica con un segundo nodo de red 11 sobre ondas de radio superficiales que se propagan cerca de la superficie del suelo. Sin embargo, se puede llegar a un tercer nodo de red 12 en el otro lado de la Tierra mediante ondas de radio que se propagan utilizando reflexiones ionosféricas. Se puede llegar a algunos nodos de red utilizando ondas superficiales y reflexiones ionosféricas. En algunos escenarios, una señal de radio emitida por el primer nodo de red 10 puede alcanzar el segundo nodo de red 11 cerca del primer nodo de red 10 a través de las ondas de reflexión ionosférica. Este tipo de propagación se puede denominar "Onda Celeste de Incidencia Casi Vertical". En tales escenarios, el componente de ondas de radio superficiales puede estar presente o no. Normalmente, uno de los dos tipos de propagación domina al proporcionar una señal más fuerte en el receptor.

Una variación tan alta en la distancia de comunicación puede requerir una selección adaptativa de los parámetros de comunicación. Las realizaciones de la invención se refieren a la selección del número de acuses de recibo agrupados de acuerdo con la distancia de comunicación en un proceso de solicitud de repetición automática (ARQ). La Figura 2 ilustra un diagrama de flujo de un proceso para operar un aparato de comunicación por radio para seleccionar el número de acuses de recibo agrupados y producir la transmisión de un mensaje de acuse de recibo que comprende el número seleccionado de acuses de recibo agrupados. Haciendo referencia a la Figura 2, el proceso comienza en el bloque 200. El inicio del proceso se puede activar al iniciar una transmisión de paquetes de datos entre un transmisor y un receptor, en donde el transmisor y el receptor pueden ser cada uno cualquiera de los aparatos de comunicación inalámbrica 10 a 12. Desde un punto de vista, el transmisor y el receptor pueden entenderse como un aparato de comunicación inalámbrica y un aparato de comunicación inalámbrica homólogo, en donde el homólogo se refiere a la transmisión de datos. En el bloque 202, se determina una métrica proporcional a la distancia de comunicación entre el transmisor y el receptor. Las realizaciones de la métrica se describen a continuación. La métrica puede representar la distancia de comunicación como una distancia física o como un tiempo o una distancia basada en el retraso de la comunicación. En el bloque 204, se selecciona una serie de acuses de recibo de paquetes de datos para agrupar según la distancia de comunicación determinada. El número seleccionado de acuses de recibo agrupados es proporcional a la distancia de comunicación, por ejemplo, se agrupan más acuses de recibo de paquetes de datos en un solo mensaje de acuse de recibo para una distancia de comunicación más larga que para una distancia de comunicación más corta. En el bloque 206, se activa la transmisión del mensaje de acuse de recibo que comprende el número seleccionado de acuses de recibo de paquetes de datos. A continuación, se describen otras realizaciones del bloque 206.

La agrupación de los mensajes de acuse de recibo proporcionalmente a la distancia de comunicación proporciona velocidades de datos mejoradas tanto en distancias de comunicación cortas como largas. Los inventores han descubierto que la utilización de un número fijo de acuses de recibo agrupados da como resultado una solución óptima solo para la distancia corta (unos pocos kilómetros) o la distancia larga. Por ejemplo, con un número bajo de acuses de recibo agrupados, se puede obtener una buena velocidad de datos para la distancia corta, mientras que la velocidad de datos de la distancia alta se degrada, porque el transmisor tiene que esperar los acuses de recibo de los paquetes de datos antiguos antes de poder enviar unos nuevos. Por otro lado, con un alto número de acuses de recibo agrupados, se puede lograr una buena tasa de datos tanto para la distancia corta como para la distancia larga en un caso óptimo en donde no se necesitan retransmisiones, pero, en caso de retransmisiones necesarias, un retraso de paquete de la distancia de comunicación corta puede volverse subóptima. Por lo tanto, es óptimo seleccionar un número bajo de acuses de recibo agrupados para la distancia corta para lograr velocidades de datos altas y retrasos bajos y seleccionar un número alto de acuses de recibo agrupados para la distancia larga para lograr al menos velocidades de datos altas.

En una realización, la métrica que representa la distancia de comunicación se forma a partir de al menos uno de los siguientes: ubicaciones conocidas del transmisor y el receptor, un tiempo de ida y vuelta de la conexión entre el transmisor y el receptor, y una estimación de la pérdida de trayectoria basada en la estimación de la intensidad de la señal recibida calculada por el receptor a partir de una señal recibida desde el transmisor. Con respecto a la realización que usa las ubicaciones, las ubicaciones del transmisor y del receptor se pueden determinar usando un sistema de seguimiento de ubicación, por ejemplo, un Sistema de Posicionamiento Global (GPS). El transmisor y el receptor pueden informarse mutuamente sobre sus respectivas ubicaciones intercambiando coordenadas de ubicación, y la distancia se puede calcular a partir de las coordenadas de ubicación. Con respecto a la realización que usa el tiempo de ida y vuelta, el tiempo de ida y vuelta se puede determinar mediante una solicitud de "ping" convencional o transmitiendo otra señal y midiendo el tiempo entre la transmisión de la señal y la recepción de una señal de respuesta. El sistema puede utilizar señalización dedicada para medir el tiempo de ida y vuelta. En una realización de este tipo, cuando un dispositivo (el transmisor o el receptor) recibe una señal a la que debe responder para permitir la medición del tiempo de ida y vuelta, el dispositivo puede determinar un procedimiento por defecto relacionado con el procesamiento y la transmisión de la señal de respuesta. Si por alguna razón se retrasa el procesamiento y la transmisión de la señal de respuesta, el dispositivo puede incluir en la señal de respuesta un elemento de información que indique el retraso en el procesamiento. Entonces, otro dispositivo que reciba la señal de respuesta puede reducir el retraso del retraso total medido para determinar el tiempo real de ida y vuelta. En una realización, la señal de solicitud puede ser un mensaje de solicitud de envío (RTS), y la señal de respuesta puede ser un mensaje de permiso para enviar (CTS) relacionado con la preparación para la transmisión de al menos un paquete de datos desde un transmisor a un receptor. En otra realización, el tiempo de ida y vuelta se puede determinar llevando a cabo una primera transmisión entre dos dispositivos sin agrupar el acuse de recibo, por ejemplo, transmitiendo un acuse de recibo a un primer paquete de datos en una primera oportunidad de transmisión del mensaje de acuse de recibo, en donde el mensaje de acuse de recibo comprende solo un acuse de recibo de paquete de datos. Entonces, el transmisor del paquete de datos puede calcular el tiempo de ida y vuelta a partir de una diferencia de tiempo entre la transmisión del primer paquete de datos y el tiempo de recepción del mensaje de acuse de recibo que reconoce la recepción del primer paquete de datos. A partir de entonces, se puede activar el paquete de acuse de recibo. En una realización en la que el transmisor y el receptor están sincronizados con un reloj común, la distancia se puede determinar a partir de una señal transmitida en una dirección. En el sistema sincronizado, la parte que recibe la señal puede tener conocimiento del tiempo de transmisión de la señal, y puede calcular la distancia de comunicación a partir del tiempo de transmisión conocido y el tiempo de recepción de la señal con una simple operación de resta y, opcionalmente, asignando el resultado a una métrica de distancia.

Con respecto a la realización que usa la pérdida de trayectoria o métrica equivalente calculada a partir de la intensidad de la señal recibida, la intensidad de la señal recibida se puede medir a partir de una señal piloto u otra señal transmitida con una intensidad de señal de transmisión conocida. Con el conocimiento de la intensidad de la señal de transmisión y la intensidad de la señal recibida, por ejemplo, la potencia de la señal, se puede estimar la atenuación producida por un canal de radio y se puede asignar la atenuación a una base de datos que vincule las atenuaciones con distancias de comunicación promedio. Es posible que la estimación no sea del todo precisa debido a los canales de radio variables, pero se debe apreciar que algunas realizaciones de selección del número de acuses de recibo agrupados no necesitan una estimación completamente precisa de la distancia de comunicación.

En una realización, el número de acuses de recibo agrupados es un parámetro semiestático y se calcula caso por caso, por ejemplo, por una sesión de control de acceso al medio (MAC). La sesión MAC puede definirse como una oportunidad de transmisión o una sesión en la que un transmisor obtiene acceso a un canal de comunicación y transmite una pluralidad de paquetes de datos a un receptor. La sesión MAC puede ser un período de tiempo continuo reservado para el transmisor a través de una solicitud de envío (RTS) y un establecimiento de comunicación de permiso para enviar (CTS) con el receptor o mediante cualquier otro esquema de reserva de canal. La sesión MAC puede finalizar cuando expira la reserva (limitación de tiempo), se detecta que la calidad del canal de comunicación se degrada por debajo de un nivel de umbral, se borra una memoria temporal de transmisión de datos de transmisión o una capa superior cancela la sesión MAC en el transmisor. Cuando la sesión MAC es larga, por ejemplo, minutos o incluso más, el número de acuses de recibo agrupados puede volver a calcularse durante la sesión MAC. En otras realizaciones, se usa el mismo número de acuses de recibo agrupados a lo largo de la sesión MAC, y el nuevo número de acuses de recibo agrupados puede

calcularse para la sesión MAC subsiguiente. Como consecuencia, el cambio en cualquiera de los parámetros que afectan al número de acuses de recibo agrupados, por ejemplo, la distancia de comunicación, puede hacer que el número de acuses de recibo agrupados varíe entre las sesiones MAC consecutivas. Esto hace que el método de acuerdo con algunas realizaciones de la invención sea muy adaptable a entornos cambiantes.

Consideremos ahora algunas realizaciones del diagrama de flujo de la Figura 2 y, en particular, diferentes realizaciones para realizar el bloque 206. La Figura 3 ilustra un diagrama de señalización de una realización en la que el receptor determina la distancia de comunicación (radio) y determina de forma autónoma el número de acuses de recibo que se agruparán. Es obvio para el experto en la materia que las funciones "transmisor" y "receptor" se relacionan únicamente con el contexto en el que los paquetes de datos se transmiten desde el transmisor al receptor, y las funciones se pueden invertir para situaciones en las que los paquetes de datos son transmitidos en la dirección opuesta. Haciendo referencia a la Figura 3, el transmisor prepara y transmite paquetes de datos al receptor en el bloque 300. El transmisor también puede almacenar identificadores de los paquetes de datos transmitidos en una lista de paquetes de datos sin acuse de recibo. En el bloque 302, el receptor recibe los paquetes de datos y los procesa uno en un tiempo, por ejemplo. El procesamiento puede comprender realizar la corrección y detección de errores en los paquetes de datos para determinar si cada paquete de datos se recibió correctamente o no. El receptor puede entonces preparar un acuse de recibo para cada paquete de datos, en donde el acuse de recibo puede proporcionarse con un identificador que indique a qué se refiere cada acuse de recibo, por ejemplo, un número de trama. En el bloque 304, el receptor determina el número de acuses de recibo a agrupar determinando primero al menos la distancia de comunicación y calculando después el número de acuses de recibo a agrupar. El receptor puede determinar la distancia de comunicación, por ejemplo, a partir del último conocimiento disponible sobre la distancia, por ejemplo, información obtenida en relación con el establecimiento de comunicación RTS-CTS anterior o la información de ubicación más reciente. El último establecimiento de comunicación RTS-CTS puede estar relacionado con la sincronización cuando el receptor transmitió previamente paquetes de datos al transmisor. El bloque 304 se puede realizar alternativamente antes del bloque 302. En el bloque 306, el receptor agrupa el número de acuses de recibo determinados en el bloque 304 en un único mensaje de acuse de recibo y transmite el mensaje de acuse de recibo al transmisor. En el bloque 308, el transmisor recibe el mensaje de acuse de recibo y procesa el mensaje para determinar si al menos algunos de los paquetes de datos transmitidos en el bloque 300 se recibieron correctamente (ACK) o erróneamente (NAK). El transmisor puede eliminar de la lista de paquetes de datos sin acuse de recibo al menos aquellos paquetes de datos que se recibieron correctamente y realizar una retransmisión de al menos algunos de los paquetes de datos que se recibieron erróneamente. La misma agrupación de acuses de recibo se puede aplicar a las transmisiones y retransmisiones iniciales de los paquetes de datos.

La Figura 4 ilustra un diagrama de señalización de una realización en la que el transmisor determina la distancia de comunicación (radio) y determina de forma autónoma el número de acuses de recibo que se agruparán. Las etapas con los mismos signos de referencia que en la Figura 3 tienen esencialmente la misma funcionalidad. En consecuencia, el transmisor transmite y el receptor recibe los paquetes de datos en los bloques 300 y 302. Ahora, el transmisor lleva a cabo el bloque 304 y determina el número de ACK/NAK que se agruparán en el mismo mensaje de acuse de recibo. En el bloque 400, el transmisor transmite un mensaje de orden de agrupación que indica el número de ACK/NAK que se agruparán para el receptor. El mensaje de orden de agrupación puede incluirse en un paquete de datos transmitido por el transmisor al receptor. La Figura 5 ilustra una realización de dicho paquete de datos que lleva la orden de agrupación. Según la invención, el paquete de datos comprende un encabezado 500 que lleva información de control que incluye la orden 502 de agrupación y una parte 504 de carga útil que transporta datos de carga útil al receptor.

En una realización, la orden 502 de agrupación es un valor de bit o byte que indica explícitamente el número de acuses de recibo a agrupar. Por ejemplo, si se determina en el bloque 304 que se deben agrupar 20 acuses de recibo, la orden de agrupación puede llevar una combinación de bits que indique el valor 20. Después de recibir la orden 502 de agrupación en el bloque 402, el receptor puede esperar la recepción de al menos el número indicado de paquetes de datos y después incluir los acuses de recibo en el mismo mensaje de acuse de recibo en el bloque 306. Esta realización se puede realizar de manera que el bloque 304 se lleve a cabo antes del bloque 300 o en el bloque 300.

En otra realización, la orden de agrupación es un indicador de un bit, y el transmisor puede utilizar la orden de agrupación para activar la transmisión del mensaje de acuse de recibo. Por ejemplo, la orden de agrupación puede llevar un valor de bit para indicar que la transmisión no está activada y un valor de bit diferente para activar la transmisión del mensaje de acuse de recibo. El transmisor puede contar el número de paquetes de datos sin acuse de recibo y, hasta que el número alcance un valor determinado, el transmisor puede configurar la orden de agrupación para llevar un valor que no active la transmisión del mensaje de acuse de recibo. Sin embargo, cuando alcanza el valor determinado, el transmisor puede configurar la orden de agrupación para llevar un valor que activa la transmisión del mensaje de acuse de recibo. Tras la recepción de cada paquete de datos, el receptor puede configurarse para comprobar la orden de agrupación. Si la orden de agrupación lleva el valor que no activa la transmisión del mensaje de acuse de recibo, el receptor puede simplemente procesar el paquete de datos, determinar si responder al paquete de datos con un ACK o NAK y almacenar en memoria temporal el valor de acuse de recibo. Si la orden de agrupación lleva el valor que activa la transmisión del mensaje de acuse de recibo, el receptor puede preparar un mensaje de acuse de recibo e insertar en el mensaje de acuse de recibo todos los acuses de recibo almacenados en la memoria temporal. En otra realización más, el transmisor prepara un mensaje de orden de agrupación dedicado que activa la transmisión del mensaje de acuse de recibo como respuesta al mensaje de orden de agrupación. El mensaje de orden de agrupación se puede entender como un mensaje de solicitud de acuse de recibo y el mensaje de acuse de recibo como un mensaje de respuesta de acuse de recibo que responde al mensaje de solicitud de acuse de recibo.

Como se mencionó anteriormente, la velocidad de datos efectiva aumenta con el aumento en el número de acuses de recibo agrupados. Sin embargo, en un escenario real en el que se producen pérdidas de paquetes, un número demasiado alto de acuses de recibo agrupados da como resultado un retraso incrementado producido por el acuse de recibo retrasado de un paquete de datos individual. El retraso es causado por un tiempo de espera cuando el receptor espera la recepción del número determinado de paquetes de datos antes de transmitir el mensaje de acuse de recibo. En caso de que un paquete de datos dado se pierda varias veces, por ejemplo, una transmisión inicial y una o más retransmisiones fallan, el retraso general puede ser alto. Además, los inventores han descubierto que el aumento de la velocidad de datos efectiva que se puede lograr mediante el aumento del número de paquetes de datos agrupados sigue una función logarítmica en la que se satura el aumento de la velocidad de datos efectiva. El punto de saturación depende al menos de la distancia de comunicación, en donde la saturación se logra con un número menor de acuses de recibo agrupados cuando la distancia de comunicación es baja. Por ejemplo, en un caso se descubrió que cuando la distancia de comunicación era de 50 kilómetros (km) la saturación de la velocidad de datos se lograba con cinco (5) acuses de recibo agrupados, mientras que cuando la distancia de comunicación era de 10 000 kilómetros (km) la saturación de la velocidad de datos no se alcanzó incluso después de cincuenta (50) acuses de recibo agrupados. Otros parámetros también pueden afectar el punto de saturación, como se muestra a continuación. Sin embargo, el retraso puede comenzar a desempeñar un papel más importante que la velocidad de datos física, dependiendo de los requisitos en tiempo real de una aplicación que utilice el servicio de transferencia de datos. Por lo tanto, una realización proporciona un límite superior al número de acuses de recibo agrupados para mantener el retraso tolerable incluso en el caso de múltiples pérdidas del mismo paquete de datos. El valor real del límite superior se puede determinar según las especificaciones del sistema y las aplicaciones que utilizan el servicio de transferencia de datos.

De acuerdo con la invención reivindicada, el límite superior puede incluso hacerse adaptativo y determinarse caso por caso sobre la base de los requisitos en tiempo real de la aplicación. Se puede seleccionar un límite superior inferior para las aplicaciones que establecen demandas elevadas en tiempo real, por ejemplo, una conexión de comunicación de voz, intercambiando así la velocidad de datos por el retraso inferior. Por otro lado, se puede seleccionar un límite superior más alto para las aplicaciones que establecen demandas bajas en tiempo real, por ejemplo, un correo electrónico u otra aplicación de mensajería, lo que da como resultado velocidades de datos más altas y posiblemente un retraso alto.

La Figura 6 ilustra una realización de un procedimiento para seleccionar el número de acuses de recibo agrupados y tener en cuenta el límite superior. El proceso se puede entender como una realización de los bloques 204 y 304 descritos anteriormente. El procedimiento comienza en el bloque 600. El procedimiento puede estar basado en la siguiente ecuación (1) para una velocidad de datos efectiva G en bits por segundo:

$$G(R_{D/A}) = \frac{L_{pkt} * DR * R_{D/A}}{2 * D_i + R_{D/A} * L_{pkt} + L_{ACK} + (R_{D/A} - 1) * gt} \quad (1)$$

en donde D_i es un retraso de enlace unidireccional en segundos que incluye un retraso de propagación y, opcionalmente, retrasos de procesamiento en el transmisor y/o en el receptor, L_{pkt} es la longitud de un paquete de datos en segundos, DR es una velocidad de datos nominal de la conexión en bits por segundo, $R_{D/A}$ es el número de acuses de recibo agrupados, L_{ACK} es la longitud del mensaje de acuse de recibo en segundos, y gt es el tiempo de guarda entre paquetes de datos consecutivos en segundos. La ecuación (1) se puede utilizar para determinar un valor óptimo para la $R_{D/A}$ con respecto a la velocidad de datos efectiva G y el retraso con el D_i que define la distancia de comunicación, por ejemplo $2 * D_i$ puede definir el tiempo de ida y vuelta. En una realización, la Ecuación (1) se utiliza en el proceso de la Figura 6 de manera iterativa donde la distancia de comunicación y otros parámetros necesarios se calculan primero en el bloque 602. El bloque 602 también puede comprender la selección del límite superior. La velocidad de datos DR se puede determinar de acuerdo con el ancho de banda y otros factores que afectan la velocidad de datos nominal. Naturalmente, $R_{D/A}$ se desconoce en esta etapa, y se puede establecer inicialmente un valor determinado que se sabe que es menor que el número óptimo de acuses de recibo agrupados para la distancia de comunicación determinada. El valor inicial de la $R_{D/A}$ puede ser menor para la menor distancia de comunicación y mayor para la mayor distancia de comunicación. El establecimiento de un valor inicial se puede llevar a cabo en el bloque 604 cuando el bloque 604 es ejecutado por primera vez y, de lo contrario, el bloque 604 puede incrementar el $R_{D/A}$ cuando el bloque 604 es ejecutado la siguiente vez. En el bloque 606, la Ecuación (1) se calcula con el valor actual de $R_{D/A}$. En el bloque 608, el $R_{D/A}$ se compara con el límite superior. Si se ha alcanzado el límite superior, es decir, el $R_{D/A}$ no está por debajo del límite superior, el proceso pasa al bloque 610 en el que se selecciona el límite superior como el valor para el $R_{D/A}$. A partir de entonces, el proceso se desplaza al bloque 614 en el que el valor actual del $R_{D/A}$ se selecciona para su utilización en la agrupación de los acuses de recibo en el mensaje de acuse de recibo. Sin embargo, si aún no se ha alcanzado el límite superior, el proceso puede pasar al bloque 612 en el que se evalúa el aumento de la velocidad de datos con respecto a la iteración anterior con respecto a un valor de referencia. El valor de referencia puede definir el punto de saturación mencionado anteriormente de la velocidad de datos efectiva G , por ejemplo, puede definir un punto donde la velocidad de datos efectiva G con respecto al incremento de $R_{D/A}$ ya no aumenta lo suficiente. En la primera iteración, la comparación se puede realizar con respecto a la velocidad de datos efectiva de cero bits/s o el proceso puede simplemente omitir el bloque 612 y regresar al bloque 604. En las iteraciones posteriores, si se determina en el bloque 612 que los datos efectivos aumentan más que el aumento mínimo definido

por el valor de referencia, el proceso vuelve al bloque 604. Por otro lado, si se determina en el bloque 612 que los datos efectivos no aumentan más que el aumento mínimo definido por el valor de referencia, el proceso pasa al bloque 614 en el que el valor actual de RD/A es seleccionado.

Obviamente, existen otras realizaciones para utilizar la Ecuación (1) para derivar el valor óptimo para $R_{D/A}$ con las condiciones antes mencionadas. El cálculo real de la ecuación (1) puede ser reemplazado por la provisión de tablas de consulta en el aparato que determina el número de acuses de recibo agrupados. El aparato puede entonces reemplazar los bloques 604 a 614 mediante un solo procedimiento en el que lee de las tablas de consulta un valor del $R_{D/A}$ que está vinculado a los parámetros determinados en el bloque 602. En tal realización, la utilización del límite superior, por ejemplo, se puede codificar en los valores de la tabla de consulta. Son igualmente posibles otros métodos matemáticos equivalentes. Algunas realizaciones pueden reducir la complejidad del cálculo eliminando parámetros menos significativos de la Ecuación (1), por ejemplo, la longitud de los paquetes de datos, la longitud del mensaje de acuse de recibo y/o el tiempo de guarda. En algunas realizaciones, la velocidad de datos se puede mantener, porque en algunos escenarios y en algunas implementaciones del sistema de comunicación inalámbrica puede jugar un papel importante en el comportamiento de la función $G(R_{D/A})$. Por ejemplo, en algunos escenarios, la saturación de G se obtiene antes con las velocidades de datos nominales más pequeñas.

La Figura 7 ilustra una realización de un aparato que comprende medios para llevar a cabo las funcionalidades del nodo de red 10 a 12 según cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente. El aparato puede ser un aparato de comunicación por radio implementado como un dispositivo portátil, por ejemplo, un ordenador (PC), un ordenador portátil, un ordenador tabloide, un teléfono de radio portátil, una plataforma de radio móvil (instalada en un vehículo tal como un camión o un barco), o cualquier otro aparato provisto con capacidad de comunicación por radio. En algunas realizaciones, el aparato es el vehículo equipado con la capacidad de comunicación por radio. En otras realizaciones, el aparato es una estación fija, por ejemplo, una estación base. En realizaciones adicionales, el aparato está comprendido en cualquiera de los aparatos mencionados anteriormente, por ejemplo, el aparato puede comprender una circuitería, por ejemplo, un chip, un procesador, un microcontrolador o una combinación de tales circuiterías en el aparato.

El aparato puede comprender una circuitería 60 controladora de comunicación configurada para controlar las comunicaciones en el aparato de comunicaciones. La circuitería 60 controladora de comunicación puede comprender una parte 64 de control que maneja la comunicación de señalización de control con respecto al establecimiento, operación y terminación de las conexiones de radio. La parte 64 de control también puede llevar a cabo cualquier otra funcionalidad de control relacionada con el funcionamiento de los enlaces de radio, por ejemplo, transmisión, recepción y extracción de los mensajes de control, por ejemplo, mensajes RTS/CTS, mensajes de acuse de recibo y/o encabezados de paquetes de datos que llevan información de control tal como la orden 502 de agrupación. La circuitería 60 controladora de comunicación puede comprender además una parte 66 de datos que maneja la transmisión y recepción de datos de carga útil a través de los enlaces de radio. La circuitería 60 controladora de comunicación puede comprender además una circuitería 62 de gestión de ARQ configurada para manejar los procesos de ARQ en el aparato. El administrador ARQ puede procesar los acuses de recibo de los paquetes de datos que ha transmitido, y las posibles retransmisiones, y de los paquetes de datos que ha recibido. La circuitería 62 de gestión ARQ puede comprender como un subcircuitería una circuitería 65 controladora de agrupación ACK/NAK configurada para determinar el número de acuses de recibo agrupados juntos en el mismo mensaje de acuse de recibo. Dependiendo de la realización, la circuitería 65 controladora de agrupación ACK/NAK puede determinar el número de acuses de recibo agrupados, por ejemplo, el mencionado anteriormente $R_{D/A}$, y transmitir la orden de agrupación a través de la parte 64 de control al receptor en el encabezado de un paquete de datos o como un mensaje de control separado, o puede configurar la parte de control para agrupar el número determinado de acuses de recibo en el mismo mensaje de acuse de recibo que se transmitirá al transmisor (realización de la Figura 3).

Las circuiterías 62 a 66 de la circuitería controladora de comunicación 60 pueden ser llevar a acabo mediante una o más circuiterías físicas o procesadores. En la práctica, las diferentes circuiterías se pueden realizar mediante diferentes módulos de programas informáticos. Dependiendo de las especificaciones y el diseño del aparato, el aparato puede comprender algunas de las circuiterías 60 a 66 o todas ellas.

El aparato puede comprender además la memoria 68 que almacena programas informáticos (software) que configuran el aparato para realizar las funcionalidades descritas anteriormente del nodo de red 10 a 12. La memoria 68 también puede almacenar parámetros de comunicación y otra información necesaria para las comunicaciones por radio. Por ejemplo, la memoria puede almacenar el valor mencionado anteriormente para el límite superior y el valor de referencia. La memoria 68 puede servir como la memoria temporal para los paquetes de datos que se van a transmitir, los paquetes de datos que aún no tienen acuse de recibo y los acuses de recibo que se están acumulando antes de la transmisión del mensaje de acuse de recibo. El aparato puede comprender además componentes 70 de interfaz de radio que proporcionan al aparato capacidades de comunicación por radio con otros nodos de red. Los componentes 70 de interfaz de radio pueden comprender componentes estándar bien conocidos tales como un amplificador, filtro, convertidor de frecuencia, convertidores de analógico a digital (A/D) y digital a analógico (D/A), (de)modulador, y circuiterías codificadoras/decodificadoras y una o más antenas. El aparato puede comprender además una interfaz de usuario que permite la interacción con el usuario. La interfaz de usuario puede comprender una pantalla, un teclado numérico o un teclado alfanumérico, un altavoz, una tarjeta inteligente y/o un lector de huellas dactilares, etc.

Una realización proporciona un aparato que comprende al menos un procesador y al menos una memoria que incluye un código de programa informático, en el que la al menos una memoria y el código del programa informático están configurados, con el al menos un procesador, para hacer que el aparato realice las funcionalidades del nodo de red 10 a 12 en el papel de transmisor y/o receptor, como se describe anteriormente en conexión con las Figuras 2 a 6.

- 5 Como se usa en esta solicitud, el término 'circuitaría' se refiere a todo lo siguiente: (a) implementaciones de circuitarías solo de hardware, tales como implementaciones en circuitarías solo analógicas y/o digitales; (b) combinaciones de circuitos y software y/o firmware, tales como (según corresponda): (i) una combinación de procesador(es) o núcleos de procesador; o (ii) partes de procesador(es)/software incluyendo procesador(es) de señal digital, software y al menos una memoria que trabajan juntos para hacer que un aparato realice funciones específicas; y (c) circuitos, tales como
- 10 un microprocesador(es) o una parte de un microprocesador(es), que requieren software o firmware para su funcionamiento, incluso si el software o firmware no está físicamente presente.

- Esta definición de "circuitaría" se aplica a todos los usos de este término en esta aplicación. Como un ejemplo adicional, como se usa en esta solicitud, el término "circuitaría" también cubriría una implementación de simplemente un procesador (o múltiples procesadores) o parte de un procesador, por ejemplo, un núcleo de un procesador de
- 15 múltiples núcleos, y su (o sus) software y/o firmware que lo acompañan. El término "circuitaría" también cubriría, por ejemplo y si fuera aplicable al elemento particular, un circuito integrado de banda base o un circuito integrado de procesador de aplicaciones (ASIC) para el aparato según una realización de la invención.

- Los procesos o métodos descritos en las Figuras 2 a 6 también se pueden llevar a cabo en forma de un proceso informático definido por un programa informático. El programa informático puede estar en forma de código fuente, en
- 20 forma de código objeto o en alguna forma intermedia, y se puede almacenar en algún tipo de soporte, que puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de llevar el programa. Dichos soportes incluyen medios informáticos transitorios y/o no transitorios, por ejemplo, un medio de grabación, una memoria de ordenador, memoria de solo lectura, señal portadora eléctrica, señal de telecomunicaciones y paquete de distribución de software. Dependiendo de la potencia de procesamiento necesaria, el programa informático puede ejecutarse en una única unidad de procesamiento digital
- 25 electrónico o se puede distribuir entre varias unidades de procesamiento.

- La presente invención es aplicable a los sistemas de telecomunicaciones móviles o celulares definidos anteriormente, pero también a otros sistemas de telecomunicaciones adecuados. Los protocolos utilizados, las especificaciones de los sistemas de telecomunicaciones móviles, sus elementos de red y terminales de abonado se desarrollan rápidamente. Tal desarrollo puede requerir cambios adicionales en las realizaciones descritas. Por lo tanto, todas las
- 30 palabras y expresiones se deben interpretar de manera amplia y están destinadas a ilustrar, no a restringir, la realización. Será obvio para una persona experta en la técnica que, a medida que avance la tecnología, el concepto inventivo se puede implementar de diversas formas. La invención y sus realizaciones no se limitan a los ejemplos descritos anteriormente, sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para agrupar acuses de recibo de paquetes de datos en un dispositivo (10) de comunicación inalámbrica, comprendiendo el método:

- 5 establecer un límite superior para un número de acuses de recibo de paquetes de datos que van a ser agrupados en un único mensaje de acuse de recibo, en donde el límite superior es seleccionado en función de los requisitos en tiempo real de una aplicación que transfiere datos en una conexión entre el dispositivo de comunicación inalámbrica y un dispositivo (11, 12) de comunicación inalámbrica homólogo, de manera que el límite superior es seleccionado para aplicaciones que establecen demandas en tiempo real elevadas mientras que se selecciona un límite superior más elevado para aplicaciones que establecen demandas en tiempo real bajas;
- 10 determinar una métrica comparando (etapa 606) una velocidad de datos efectiva como una función de la distancia de comunicación, la velocidad de datos nominal y el número de acuses de recibo agrupados;
- 15 utilizar la métrica para determinar (204, 304) un número óptimo de acuses de recibo de paquetes de datos que van a ser agrupados con respecto a la distancia de comunicación determinada y a la velocidad de datos efectiva, de manera que el número óptimo de acuses de recibo de paquetes de datos que van a ser agrupados no es mayor que el límite superior;
- agrupar (306) el número óptimo determinado que acuses de recibo en un único mensaje de acuse de recibo; y
- realizar (206) la transmisión del único mensaje de acuse de recibo.

2. El método de la reivindicación 1, en donde la velocidad de datos efectiva de la conexión se satura, de manera que incrementar más el número de acuses de recibo de paquetes de datos que van a ser agrupados no supone aumentar la velocidad de datos efectiva suficientemente.

3. El método de la reivindicación 1, en donde el número de acuses de recibo de paquetes de datos que van a ser agrupados es seleccionado en función de al menos uno de los siguientes parámetros: la longitud de paquetes de datos transferidos en la conexión, la longitud de mensajes de acuse de recibo, y el tiempo de guarda entre paquetes de datos consecutivos.

4. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además:

determinar un número de paquetes de datos con acuse de recibo transmitidos por el dispositivo de comunicación inalámbrica al dispositivo de comunicación inalámbrica homólogo; y

30 cuando el número de paquetes de datos con acuse de recibo alcanza un valor relacionado con el número seleccionado de acuses de recibo de paquetes de datos que van a ser agrupados, realizar la transmisión del mensaje que comprende una orden que activa la transmisión inmediata del mensaje de acuse de recibo desde el dispositivo de comunicación inalámbrica homólogo a dispositivo de comunicación inalámbrica.

5. El método de la reivindicación 4, en donde la orden está compuesta como un indicador de un bit en el encabezado del paquete de datos.

35 6. El método de cualquier reivindicación precedente, en donde el dispositivo de comunicación inalámbrica y el dispositivo de comunicación inalámbrica homólogo están provistos de la capacidad para establecer un enlace de radio que se extiende más allá de un horizonte de radio.

40 7. El método de cualquier reivindicación precedente, en donde la distancia de comunicación es calculada utilizando al menos uno de los siguientes parámetros: ubicaciones conocidas del dispositivo de comunicación inalámbrica y el dispositivo de comunicación inalámbrica homólogo, el tiempo de ida y vuelta de la conexión entre el dispositivo de comunicación inalámbrica y el dispositivo de comunicación inalámbrica homólogo.

8. Un aparato para un dispositivo (10) de comunicación inalámbrica, que comprende una circuitería (60) controladora de comunicación configurada para:

- 45 establecer un límite superior para un número de acuses de recibo de paquetes de datos a ser agrupados en un único mensaje de acuse de recibo, en donde límite superior es seleccionado en función de los requisitos en tiempo real de una aplicación que transfer de datos en una conexión entre el dispositivo de comunicación inalámbrica y un dispositivo (11, 12) de comunicación inalámbrica homólogo, de manera que un límite superior inferior se selecciona para aplicaciones que establecen elevadas demandas en tiempo real mientras que un límite superior más elevado es seleccionado para aplicaciones que establecen demandas en tiempo real bajas;
- 50 determinar una métrica calculando (etapa 606) una velocidad de datos efectiva como una función de la distancia de comunicación, la velocidad de datos nominal y el número de acuses de recibo agrupados;

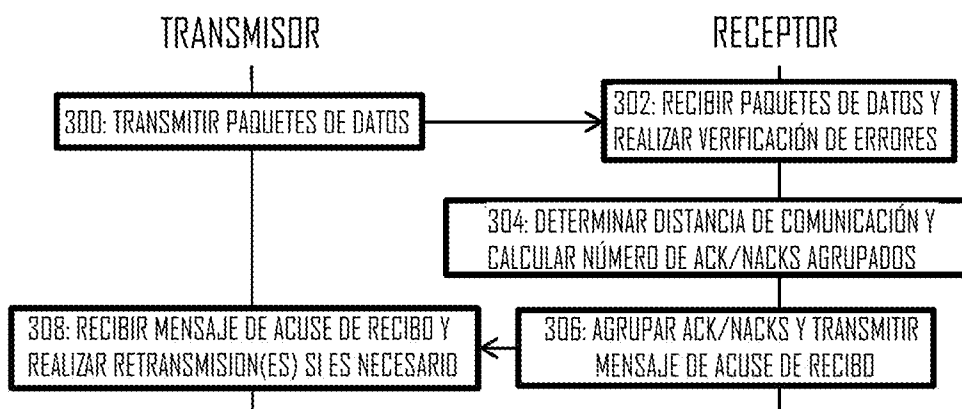
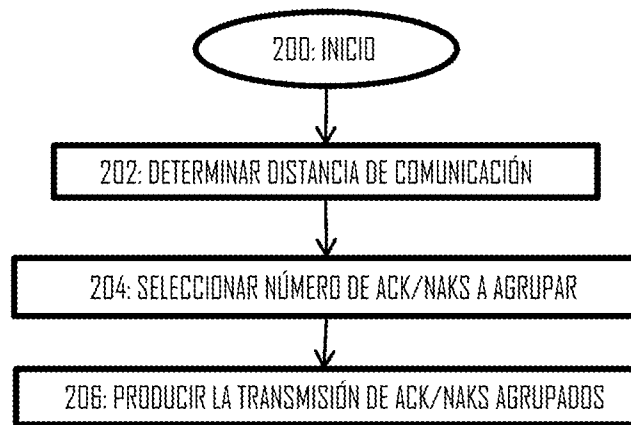
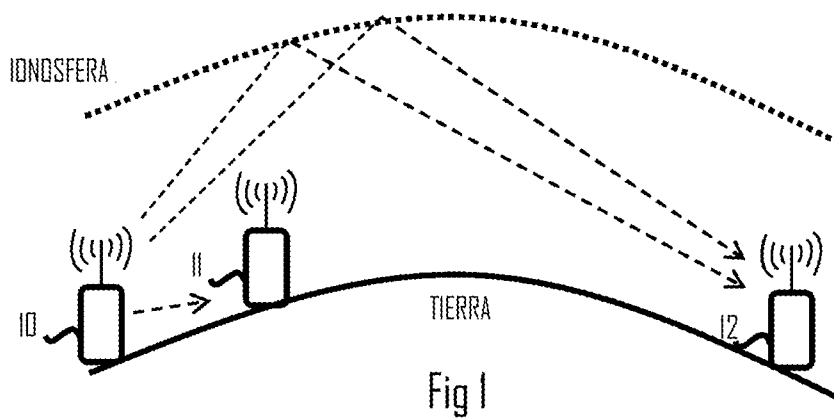
utilizar la métrica para determinar (204, 304) un número de acuses de recibo de paquetes de datos a ser agrupados con respecto a la distancia de comunicación determinada y a la velocidad de datos efectiva, de manera que el número óptimo de acuses de recibo de paquetes de datos que van a ser agrupados no es mayor que el límite superior;

- 5 agrupar (306) el número óptimo de acuses de recibo determinado en un único mensaje de acuse de recibo y realizar (206) la transmisión del único mensaje de acuse de recibo.

9. El aparato de la reivindicación 8, en donde la velocidad de datos efectiva de la conexión se satura, de manera que un incremento adicional en el número de acuses de recibo de paquetes de datos que van a ser agrupados no supone incrementar la velocidad de datos efectiva de manera suficiente.

- 10 10. El aparato de la reivindicación 8, en donde el número de acuses de recibo de paquetes de datos que van a ser agrupados es seleccionado además en base a al menos uno de los siguientes parámetros: la longitud de paquetes de datos transferidos en la conexión, la longitud de mensajes de acuse de recibo, y el tiempo de guarda entre paquetes de datos consecutivos.

- 15 11. Un producto de programa informático llevado a cabo en un medio legible por ordenador y que comprende instrucciones de programa de ordenador que, cuando son ejecutadas por el ordenador, hacen que el ordenador realice un proceso informático que comprende todas las etapas del método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 a 7.



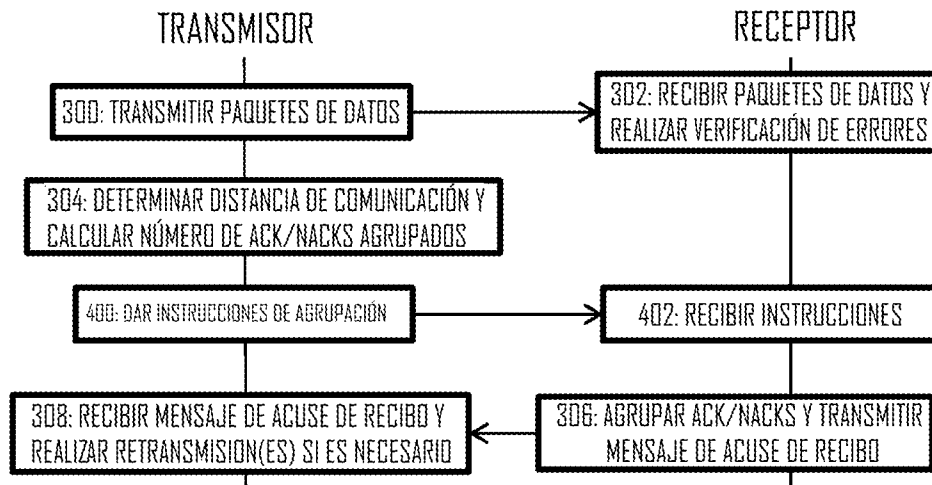


Fig 4



Fig 5

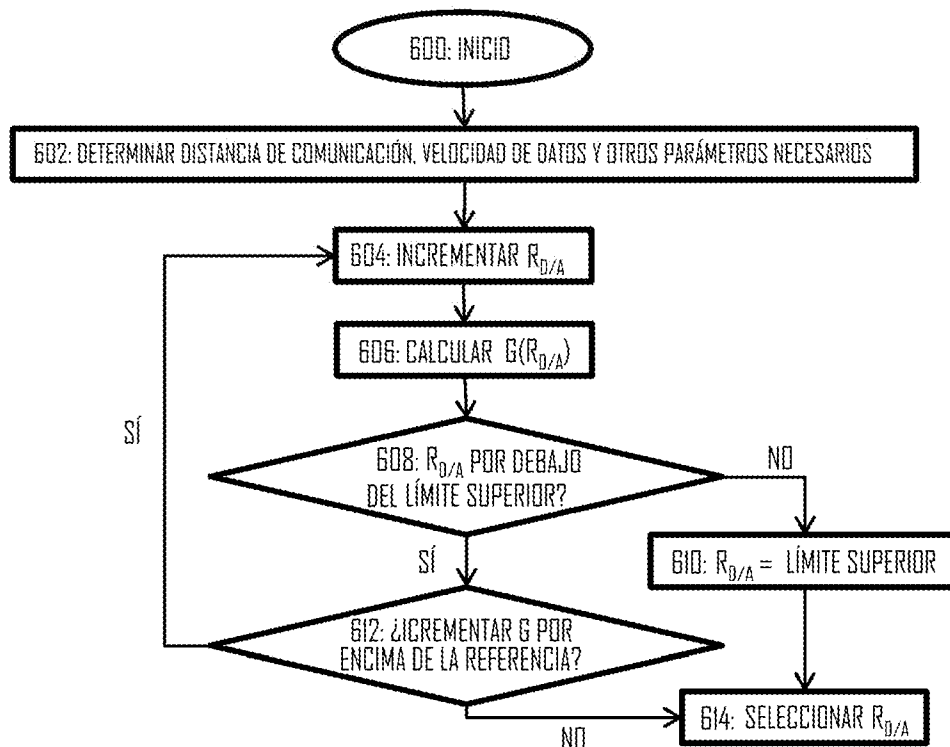


Fig 6

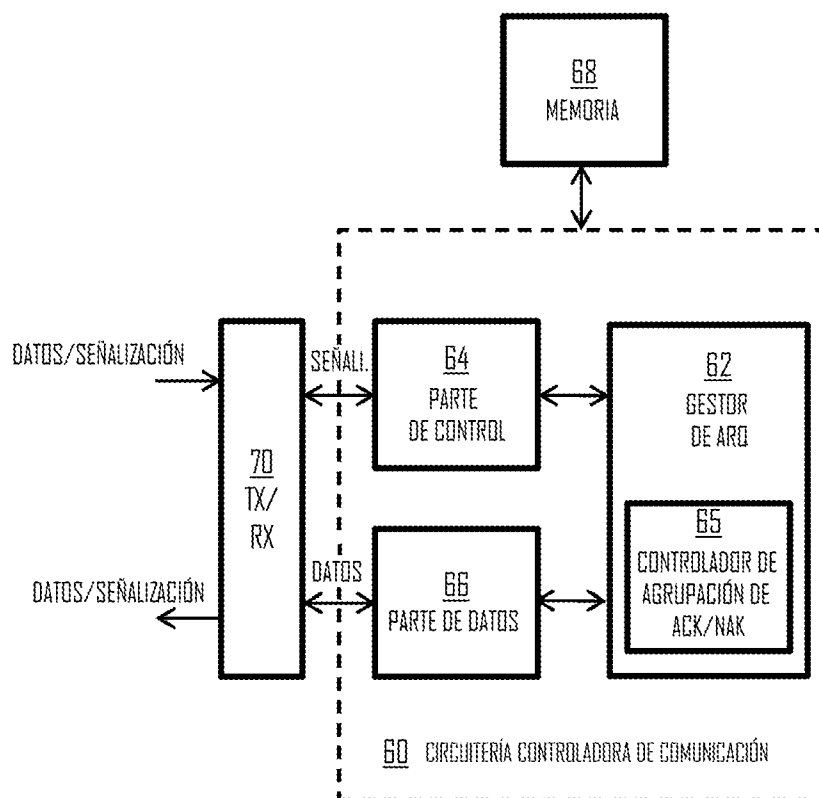


Fig 7