

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 309**

51 Int. Cl.:

**H04L 1/18** (2006.01)

**H04L 1/08** (2006.01)

**H04L 1/16** (2006.01)

**H04L 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07012369 .0**

96 Fecha de presentación: **03.03.2000**

97 Número de publicación de la solicitud: **1833189**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.09.2007**

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA LA RETRANSMISIÓN EFICIENTE DE DATOS EN UNA COMUNICACIÓN DE VOZ SOBRE DATOS.**

30 Prioridad:  
**05.03.1999 US 264220**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**18.01.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**18.01.2012**

73 Titular/es:  
**QUALCOMM, INCORPORATED  
5775 MOREHOUSE DRIVE  
SAN DIEGO, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:  
**Tomcik, James y  
Yao, Yu, Dong**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 372 309 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

Procedimiento y aparato para la retransmisión eficiente de datos en una comunicación de voz sobre datos

**Antecedentes de la invención****I. Campo de la invención**

- 5 La presente invención pertenece en general al campo de las comunicaciones inalámbricas, y más específicamente al proporcionamiento de un procedimiento y un aparato eficientes para la retransmisión de tramas de datos en un sistema de comunicaciones de voz sobre datos.

**II. Antecedentes**

- 10 El campo de las comunicaciones inalámbricas tiene muchas aplicaciones, incluyendo teléfonos inalámbricos, buscapersonas, bucles locales inalámbricos y sistemas de comunicaciones por satélite. Una aplicación particularmente importante es el de los sistemas telefónicos celulares para abonados móviles. (Tal como se usa en el presente documento, la expresión sistemas "celulares" abarca las frecuencias tanto celulares como las PCS). Se han desarrollado diversas interfaces aéreas para tales sistemas de telefonía celular, incluyendo el acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), el acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) y el acceso múltiple por división de código (CDMA). En conexión con ellas, se han establecido diversos estándares nacionales e internacionales, incluyendo el Servicio Avanzado de Telefonía Móvil (AMPS), el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM) y el Estándar Provisional 95 (IS-95). En particular, el IS-95 y sus derivados, como el IS-95A, el IS-95B (a los que se hace a menudo referencia en el presente documento de forma colectiva como IS-95), el ANSI J-STD-008, el IS-99, el IS-657, el IS-707 y otros son promulgados por la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (TIA) y otros organismos de estándares bien conocidos.

- 15 Los sistemas de telefonía celular configurados según el uso del estándar IS-95 emplean técnicas de procesamiento de señales de CDMA para proporcionar un servicio de telefonía celular muy eficiente y robusto. Un sistema ejemplar de telefonía celular configurado sustancialmente según el uso del estándar IS-95 se describe en la patente estadounidense nº 5.103.459, titulada "System and Method for Generating Signal Waveforms in a CDMA Cellular Telephone System", que está transferida al cesionario de la presente invención. La susodicha patente ilustra el procesamiento de señales de transmisión o de enlace directo en una estación base de CDMA. El procesamiento ejemplar de señales de recepción o de enlace inverso en una estación base de CDMA se describe en la patente estadounidense nº 6.639.906, publicada el 28 de octubre de 2003 (solicitud estadounidense con nº de serie 08/987.172, presentada el 9 de diciembre de 1997), titulada MULTICHANNEL DEMODULATOR, que está transferida al cesionario de la presente invención. En los sistemas de CDMA, el control de la potencia aérea es un asunto vital. Un procedimiento ejemplar de control de la potencia en un sistema de CDMA se describe en la patente estadounidense nº 5.056.109, titulada "Method and Apparatus for Controlling Transmission Power in A CDMA Cellular Mobile Telephone System", que está transferida al cesionario de la presente invención.

- 20 Un beneficio fundamental del uso de la interfaz aérea de CDMA es que las comunicaciones se realizan simultáneamente por la misma banda de RF. Por ejemplo, cada unidad móvil de abonado (típicamente, un teléfono móvil) en un sistema dado de telefonía celular puede comunicarse con la misma estación base transmitiendo una señal de enlace inverso por los mismos 1,25 MHz del espectro de RF. De manera similar, cada estación base en tal sistema puede comunicarse con las unidades móviles transmitiendo una señal de enlace directo por otros 1,25 MHz del espectro de RF.

- 25 La transmisión de señales por el mismo espectro de RF proporciona diversos beneficios, incluyendo un aumento en la reutilización de frecuencias de un sistema de telefonía celular y la capacidad de llevar a cabo una transferencia de llamadas suave entre dos o más estaciones base. El uso incrementado de la frecuencia permite que se realice un mayor número de llamadas en una cantidad dada del espectro. La transferencia de llamadas suave es un procedimiento robusto de transición de una unidad móvil entre el área de cobertura de dos o más estaciones base que implica comunicarse con dos o más estaciones base. (A diferencia de esto, una transferencia de llamadas dura implica la terminación de la comunicación con una primera estación base antes de establecer la comunicación con una segunda estación base). Un procedimiento ejemplar de realización de una transferencia de llamadas suave se describe en la patente estadounidense nº 5.267.261, titulada "Mobile Station Assisted Soft Handoff in a CDMA Cellular Communications System", que está transferida al cesionario de la presente invención.

- 30 En los estándares IS-99 y IS-657 (a los que se alude en lo sucesivo de forma colectiva como IS-707), un sistema de comunicaciones que satisfaga la norma IS-95 puede proporcionar servicios de comunicaciones tanto de voz como de datos. Los servicios de comunicaciones de datos permiten el intercambio de datos digitales entre un transmisor y uno o más receptores en una comunicación inalámbrica. Ejemplos del tipo de datos digitales típicamente transmitidos usando el estándar IS-707 incluyen ficheros de ordenador y correo electrónico.

- 35 Según tanto el estándar IS-95 como el IS-707, los datos intercambiados entre un transmisor y un receptor se procesan en tramas, o periodos de tiempo predefinidos. Para aumentar la probabilidad de que una trama se

transmita con éxito durante una transmisión de datos, el estándar IS-707 emplea un protocolo de radioenlace (RLP) para hacer seguimiento de las tramas transmitidas con éxito y para efectuar una retransmisión de trama cuando una trama no se transmite con éxito. La retransmisión se lleva a cabo hasta tres veces en el estándar IS-707, y es responsabilidad de los protocolos de la capa superior tomar medidas adicionales para garantizar que la trama se recibiera con éxito.

Para hacer seguimiento de qué tramas han sido recibidas con éxito, el estándar IS-707 usa un número secuencial de ocho bits que debe incluirse como cabecera de trama en cada trama transmitida. El número secuencial se incrementa para cada trama de 0 a 256 y luego vuelve a ponerse a cero. Se detecta una trama transmitida sin éxito cuando se recibe una trama con un número secuencial fuera del orden o se detecta un error usando información de una suma de comprobación CRC u otros procedimientos de detección de errores. Una vez que se detecta una trama recibida sin éxito, el receptor transmite un mensaje de reconocimiento negativo (NAK) al sistema transmisor que incluye el número secuencial de la trama que no se recibió. El sistema transmisor retransmite entonces la trama incluyendo el número secuencial tal como se transmitió originalmente. Si la trama retransmitida no se recibe con éxito, se envía al sistema transmisor una segunda solicitud de retransmisión, consistente en dos NAK, solicitando esta vez que la trama se transmita dos veces. Si aun así la trama no se recibe con éxito, se envía al sistema transmisor una tercera solicitud de retransmisión, consistente en tres NAK, solicitando esta vez que la trama se transmita tres veces. Si la trama no es recibida con éxito después de la tercera solicitud de retransmisión, no se realizan más solicitudes de retransmisión y la trama es ignorada en el receptor para su uso en la reconstrucción de los datos originales.

Recientemente ha surgido la necesidad de transmitir información de voz usando los protocolos de datos del estándar IS-707. Por ejemplo, en un sistema de comunicaciones seguras, la información de voz que es manipulada por algoritmos de cifrado puede ser transmitida con mayor facilidad usando un protocolo de datos. En tales aplicaciones, resulta deseable usar los protocolos existentes de datos, de modo que no sea necesario ningún cambio en la infraestructura existente. Sin embargo, se dan problemas cuando se transmite la voz usando un protocolo de datos debido a la naturaleza de las características de la voz.

Uno de los principales problemas de la transmisión de información de audio, como la voz, usando un protocolo de datos es el de los retardos asociados con la retransmisión de las tramas. Los retardos de más de unos cientos de milisegundos en el habla pueden dar como resultado una calidad inaceptable de la voz. Cuando se transmiten datos a base de audio, los retardos temporales son fácilmente tolerados debido a la naturaleza no sincrónica de los datos con el tiempo real. En consecuencia, los protocolos del estándar IS-707 pueden permitirse el uso del esquema de retransmisión descrito en lo que antecede, que puede dar como resultado retardos de transmisión, o un periodo de latencia, de más de algunos segundos. Tal periodo de latencia es inaceptable para la transmisión de información de voz.

Otra desventaja de la transmisión de la información de audio usando protocolos de datos es que los dispositivos actuales de comunicaciones móviles están restringidos por la manera en la que deben responder a las solicitudes de retransmisión, por ejemplo, desde una estación base. En la actualidad, un dispositivo de comunicaciones móviles debe seguir las solicitudes de retransmisión de tramas desde una estación base según el estándar IS-707. Por ejemplo, si una estación base no recibió correctamente la trama número 11, la estación base enviará un solo NAK al dispositivo de comunicaciones móviles solicitando una sola retransmisión de la trama 11. Según el estándar IS-707, el dispositivo de comunicaciones móviles deben responder con una sola retransmisión de la trama 11. Si la trama retransmitida no es recibida aun así por la estación base, se envían dos NAK al dispositivo de comunicaciones móviles solicitando que la trama 11 sea retransmitida dos veces. El dispositivo de comunicaciones móviles responde entonces transmitiendo la trama 11 dos veces. En ciertas situaciones, sería deseable que el dispositivo de comunicaciones móviles respondiera a los NAK de una manera más inteligente.

Una desventaja relacionada del uso de protocolos de datos para transmitir información de voz es que las estaciones base están igualmente restringidas en su capacidad de responder a los NAK enviados por los dispositivos de comunicaciones móviles. El estaciones base diseñadas para su uso en sistemas de comunicaciones que satisfacen el estándar IS-95 pueden enviar solo una copia de la trama solicitada para cada NAK recibido. Sería deseable permitir que una estación base también responda de una manera más inteligente a los NAK.

Lo que se necesita es un procedimiento y un aparato para la retransmisión de tramas recibidas con error a la vez que minimicen los problemas causados por los retardos temporales asociados con las retransmisiones. Además, el procedimiento y el aparato de retransmisión debería ser retrocompatible con la infraestructura existente para evitar actualizaciones costosas de esos sistemas.

Se llama la atención a una monografía de TANAKA H ET AL.: "PERFORMANCE OF REED-SOLOMON CODED TYPEI HYBRID ARQ SCHEME ON FADING CHANNELS" GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE (GLOBECOM), EE. UU., NUEVA YORK, IEEE, 1996, páginas 2148-2152, ISBN: 0-7803-3337-3. Esta monografía propone un esquema de ARQ híbrida de tipo 1 con código Reed-Solomon basado en una ARQ de repetición selectiva (SR) con retransmisión de copias múltiples en sistemas de comunicaciones móviles/personales por satélite de un transmisor y un receptor, ambos con una memoria tampón finita. Se analiza el rendimiento del esquema

propuesto en canales con desvanecimiento. La idea básica de la estrategia es el uso de dos modos: el modo de SR y el modo de copias múltiples. En este modo, se retransmiten alternativamente múltiples veces bloques erróneos almacenados en la memoria tampón del bloque vN del transmisor cuando se reciben v retransmisiones consecutivas con error en el modo de SR, denotando N el retardo total de propagación en bloques.

5 **Resumen de la invención**

Según la presente invención, se proporcionan un procedimiento de comunicaciones inalámbricas, según se presenta en la reivindicación 1, y un aparato de comunicaciones inalámbricas, según se presenta en la reivindicación 4. Las realizaciones preferentes se dan a conocer en las reivindicaciones dependientes.

10 La presente invención es un procedimiento y un aparato para retransmitir tramas de datos que contienen información de audio en una red existente de datos. La presente invención reside por completo dentro de un dispositivo de comunicaciones móviles para que puedan evitarse modificaciones costosas a la infraestructura existente.

15 Cuando un primer dispositivo de comunicaciones inalámbricas recibe una trama con error, el primer dispositivo de comunicaciones inalámbricas envía varios mensajes de reconocimiento negativo (NAK) a un transmisor que envió la trama, siendo transmitido cada uno de los mensajes de reconocimiento negativo en estrecha sucesión entre sí. Los NAK indican al transmisor, situado dentro de un segundo dispositivo de comunicaciones inalámbricas, generalmente una estación base, que transmita múltiples copias de la trama que se recibió con error, aumentando con ello la probabilidad de que la trama sea recibida correctamente en un lapso breve de tiempo. Así se reduce la latencia de audio. De forma alternativa, cuando el primer dispositivo de comunicaciones inalámbricas recibe una trama con error, el primer dispositivo de comunicaciones inalámbricas ignora el error y no transmite ningún NAK. Esto degrada la calidad de la voz solo ligeramente, pero reduce significativamente la latencia de la voz evitando por completo el proceso de retransmisión.

20 Cuando un NAK es generado y transmitido por el segundo dispositivo de comunicaciones inalámbricas y es recibido por el primer dispositivo de comunicaciones inalámbricas, el dispositivo de comunicaciones inalámbricas transmite varias copias de la trama identificada por el NAK, transmitiéndose cada una de las copias en estrecha sucesión entre sí. De nuevo, la probabilidad de que una trama sea recibida con éxito aumenta usando múltiples retransmisiones de la trama. De manera alternativa, cuando el primer dispositivo de comunicaciones inalámbricas recibe un solo NAK, las varias copias se transmiten en dos etapas. Una copia de la trama identificada es transmitida inmediatamente tras la recepción del NAK único. Las restantes copias se retransmiten únicamente si y cuando no hay datos nuevos que hayan de ser transmitidos.

30 **Breve descripción de los dibujos**

La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un sistema de comunicaciones inalámbricas;

la FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques de un transmisor y un receptor usados en el sistema de comunicaciones inalámbricas de la FIG. 1;

la FIG. 3 ilustra una trama típica generada por el transmisor de la FIG. 2;

35 la FIG. 4 ilustra una secuencia de tramas de datos que están siendo transmitidas;

la FIG. 5 es un diagrama de flujo que detalla la operación del transmisor y el receptor de la FIG. 2 durante una transmisión por un enlace directo según las enseñanzas de la presente invención; y

la FIG. 6 ilustra la operación de un segundo transmisor y un segundo receptor durante una transmisión por un enlace inverso según las enseñanzas de la presente invención.

40 **Descripción detallada de las realizaciones preferentes**

Las realizaciones descritas en el presente documento se describen con respecto a un sistema de comunicaciones inalámbricas que opera según el uso de las técnicas de procesamiento de señales de CDMA de los estándares IS-707 y IS-95. Aunque la presente invención es especialmente apta para su uso dentro de tal sistema de comunicaciones, debería entenderse que la presente invención puede ser empleada en diversos tipos adicionales de sistemas de comunicaciones que transmiten datos por medio de tramas o paquetes, incluyendo sistemas de comunicaciones tanto inalámbricos como alámbricos, y en sistemas de comunicaciones basados en satélites. Además, en toda la descripción, diversos sistemas bien conocidos se presentan en forma de bloque. Esto se hace en aras de la claridad.

50 Diversos sistemas de comunicaciones inalámbricas emplean estaciones base fijas que se comunican con las unidades móviles usando una interfaz aérea. Tal sistemas de comunicaciones inalámbricas incluyen el AMPS (analógico), el IS-54 (TDMA norteamericano), el GUM (TDMA del Sistema Global para Comunicaciones Móviles) y el IS-95 (CDMA). En una realización preferente, el sistema de comunicaciones inalámbricas es un sistema de CDMA.

Tal como se ilustra en la FIG. 1, un sistema de comunicaciones inalámbricas de CDMA generalmente incluye una pluralidad de primeros dispositivos **10** de comunicaciones inalámbricas, una pluralidad de segundos dispositivos de comunicaciones inalámbricas o estaciones base **12**, un controlador **14** de estaciones base (BSC) y un centro **16** de conmutación móvil (MSC). Un primer dispositivo **10** de comunicaciones inalámbricas es típicamente un teléfono inalámbrico, aunque el dispositivo **10** de comunicaciones inalámbricas podría también comprender un ordenador equipado con un módem inalámbrico o cualquier otro dispositivo capaz de transmitir y recibir información de audio o de datos a otro dispositivo de comunicaciones inalámbricas. Aunque en la FIG. 1 se muestra como una estación base fija, el segundo dispositivo **12** de comunicaciones inalámbricas podría comprender, alternativamente, un dispositivo de comunicaciones móviles, un satélite o cualquier otro dispositivo capaz de transmitir y recibir comunicaciones del primer dispositivo **10** de comunicaciones inalámbricas. En aras de la claridad, el primer dispositivo **10** de comunicaciones inalámbricas será denominado en el presente documento unidad móvil **10**, y el segundo dispositivo **12** de comunicaciones inalámbricas será denominado estación base **12**.

El MSC **16** está configurado para comunicarse con una red telefónica pública conmutada (RTPC) **18** o directamente con una red de ordenadores, como Internet **20**. El MSC **16** también está configurado para comunicarse con el BSC **14**. El BSC **14** está acoplado a cada estación base **12** por medio de líneas de red de retroceso. Las líneas de red de retroceso pueden ser configuradas según cualquiera de varias interfaces conocidas, incluyendo E1/T1, ATM o IP. Debe entender que puede haber más de un BSC **14** en el sistema. Cada estación base **12** incluye, ventajosamente, al menos un sector (no mostrado), comprendiendo cada sector una antena apuntando en una dirección radial particular alejándose de la estación base **12**. Alternativamente, cada sector puede comprender dos antenas para la recepción diferencial. Cada estación base **12** puede estar diseñada, ventajosamente, para soportar una pluralidad de asignaciones de frecuencia (comprendiendo cada asignación de frecuencia 1,25 MHz del espectro). La intersección de un sector y una asignación de frecuencia puede denominarse canal de CDMA. Las estaciones base **12** también pueden ser denominadas subsistemas **12** de estaciones transceptoras base (BTS). Alternativamente, en la industria puede usarse "estación base" para referirse colectivamente a un BSC **14** y a una o más BTS **12**, BTS **12** que pueden ser denominadas "emplazamientos de célula" **12**. (Alternativamente, pueden denominarse emplazamientos de célula a sectores individuales de una BTS **12** dada). Típicamente, las unidades móviles **10** de abonado son teléfonos inalámbricos **10** y el sistema de comunicaciones inalámbricas es, ventajosamente, un sistema CDMA configurado para su uso según el estándar IS-95.

Durante la operación típica del sistema de telefonía celular, las estaciones base **12** reciben conjuntos de señales de enlace inverso de conjuntos de unidades móviles **10**. Las unidades móviles **10** transmiten y reciben comunicaciones de voz y/o de datos. Cada señal del enlace inverso recibida por una estación base **12** dada es procesada dentro de esa estación base **12**. Los datos resultantes son remitidos al BSC **14**. El BSC **14** proporciona una asignación de recursos a la llamada y una funcionalidad de gestión de la movilidad, incluyendo la orquestación de las transferencias de llamadas suaves entre estaciones base **12**. El BSC **14** también encamina los datos recibidos al MSC **16**, que proporciona servicios adicionales de encaminamiento para la interfaz con la RTPC **18**. De modo similar, la RTPC **18** e Internet **20** se comunican con el MSC **16** y el MSC **16** se comunica con el BSC **14**, el cual, a su vez, controla las estaciones base **12** para transmitir conjuntos de señales de enlace directo a conjuntos de unidades móviles **10**.

Según las enseñanzas del estándar IS-95, el sistema de comunicaciones inalámbricas de la FIG. 1 está diseñado en general para permitir comunicaciones de voz entre las unidades móviles **10** y con dispositivos de comunicaciones alámbricas a través de la RTPC **18**. Sin embargo, han sido implementados diversos estándares, incluyendo, por ejemplo, el IS-707, que permiten la transmisión de datos entre unidades móviles **10** de abonado y dispositivos de comunicaciones de datos a través ya sea de la RTPC **18** o de Internet **20**. Ejemplos de aplicaciones que requieren la transmisión de datos en vez de voz incluyen el correo electrónico, diversas aplicaciones descargables y servicios de buscapersonas. El estándar IS-707 especifica cómo deben transmitirse los datos entre un transmisor y un receptor que operen en un sistema de comunicaciones de CDMA.

Los protocolos contenidos dentro del estándar IS-707 para transmitir datos son diferentes de los protocolos usados para transmitir información de audio, tal como se especifica en el estándar IS-95, debido a las propiedades asociadas con cada tipo de datos. Por ejemplo, la tasa permisible de error mientras se transmite información de audio puede ser relativamente elevada, debido a las limitaciones del oído humano. Una tasa típica permisible de error en las tramas en un sistema de comunicaciones de CDMA que satisfaga el estándar IS-95 es del uno por ciento, lo que significa que puede recibirse con error un uno por ciento de las tramas sin una pérdida perceptible en la calidad de audio.

En un sistema de comunicaciones de datos, la tasa de error debe ser mucho menor que en un sistema de comunicaciones por voz, porque un solo bit de datos recibido con error puede tener un efecto significativo en la información que se está transmitiendo. Una tasa típica de error en tal sistema de comunicaciones de datos, especificada como Tasa de Error Binario (VER) es del orden de  $10^{-9}$ , o un bit recibido con error por cada mil millones de bits recibidos.

En un sistema de comunicaciones de datos que satisfaga el estándar IS-707 se transmite la información en tramas de 20 milisegundos. Cuando se recibe una trama que contiene uno o más errores en la trama, se trasmite un

mensaje de reconocimiento negativo, o NAK, al transmisor desde el cual se enviaron los datos, informando al transmisor de un número de trama asociado con la trama que se recibió con error. Una trama que se haya recibido con error es denominada también trama con error o trama mala, y puede ser definida como una trama recibida que contiene errores o una trama que nunca fue recibida por un receptor deseado. Cuando el transmisor recibe el NAK, se recupera de la memoria tampón una copia duplicada de la trama de datos y entonces se la retransmite al receptor.

Según las enseñanzas del estándar IS-707, si la misma trama no es recibida con éxito en una cantidad predeterminada de tiempo después del envío del NAK inicial, se envía al transmisor una segunda solicitud en forma de dos NAK, especificando cada NAK que se retransmita la misma trama, una retransmisión por cada NAK enviado. El propósito de múltiples NAK es aumentar la probabilidad de recepción de la trama con éxito.

Si aun así no se recibe la trama de datos en una segunda cantidad predeterminada de tiempo desde el momento en que se envió la segunda solicitud de retransmisión, el receptor envía una tercera solicitud de retransmisión en forma de tres NAK, especificando cada NAK que se retransmita la misma trama, una retransmisión por cada NAK enviado. Si aun así no se recibe la trama de datos en una tercera cantidad predeterminada de tiempo desde el momento en que se envió la tercera solicitud de retransmisión, no se envían más solicitudes de retransmisión y la trama es ignorada en el receptor para su uso en la reconstrucción de los datos originales. El periodo de tiempo predeterminado original para la respuesta, el segundo tiempo predeterminado y el tercer tiempo predeterminado pueden ser iguales entre sí o pueden fijarse a valores diferentes. Además, los tres periodos de tiempo predeterminados pueden ser ajustables dinámicamente, dependiendo de la calidad de transmisión del canal. Esta puede ser medida monitorizando la tasa de erro con la que se reciben los datos.

El esquema de retransmisión que acaba de describirse introduce un retardo temporal en la recepción correcta de una trama que ha sido recibida inicialmente con error. El retardo temporal es causado por las múltiples solicitudes de retransmisión de la trama y por el tiempo pasada por el receptor para ver si han tenido éxito las solicitudes de retransmisión primera, segunda o tercera. Normalmente, este retardo temporal no tiene un efecto adverso cuando se transmiten datos. Sin embargo, cuando se transmite información de audio por un sistema de comunicaciones de datos, el retardo temporal asociado con las solicitudes de retransmisión es inaceptable, ya que introduce una pérdida de la calidad de audio perceptible a los oyentes.

La presente invención permite que una unidad móvil **10** solicite retransmisiones de una manera que es compatible con la infraestructura existente y con los protocolos de transmisión de datos a la vez que minimiza el retardo temporal asociado con las solicitudes de retransmisión. Además, la presente invención permite que una unidad móvil **10** responda a las solicitudes de retransmisión de una manera que reduce el retardo temporal de la retransmisión.

La FIG. 2 ilustra un transmisor y un receptor configurados según una realización ejemplar en forma de bloques. Las comunicaciones tienen lugar entre el transmisor **50** y el receptor **52**. En la mayoría de los sistemas de comunicaciones inalámbricas, al menos un transmisor **50** y un receptor **52**, conocidos conjuntamente como módem, están situados en una estación base (BTS) **12**, y un transmisor **50** y un receptor **52** están situados en una unidad móvil **10** para permitir las comunicaciones bidireccionales entre la BTS **12** y la unidad móvil **10**. La siguiente exposición describe la presente invención en términos de un enlace directo, es decir, una transmisión de datos desde la BTS **12** a la unidad móvil **10**. Por lo tanto, cualquier referencia al transmisor **50** se dirige al transmisor situado en la BTS **12**, y cualquier referencia al receptor **52** se dirige al receptor situado en la unidad móvil **10**, a no ser que se haga notar algo diferente. Una exposición de la presente invención con respecto al enlace inverso sigue a la exposición de la presente invención con respecto al enlace directo.

La presente invención reside por completo dentro de la unidad móvil **10**, eliminando con ello la necesidad de realizar cambios caros y no deseables al equipo existente de infraestructura. Además, la presente invención se implementa sin requerir modificaciones en los protocolos existentes de voz y datos ordenados por los estándares de la industria, como el IS-95 y el IS-707.

Con referencia de nuevo a la FIG. 2, en el transmisor **50**, el sistema **54** de control recibe tramas de datos de la entrada/salida (E/S) **56** y proporciona las tramas de datos al codificador **58**. El sistema **54** de control representa un dispositivo de cálculo digital bien conocido capaz de controlar la información de las tramas dirigidas a la I/O **56** y procedentes de la misma, así como una multitud de funciones adicionales dentro del transmisor **50**. Las tramas de datos pueden comprender ya sea información de audio o datos; sin embargo, la presente invención se usa fundamentalmente para transmitir tramas de datos que contienen información de audio. El codificador **58** lleva a cabo una codificación convolucional, generando símbolos de código que son recibidos por el modulador digital **60**. El modulador digital **60** lleva a cabo la modulación secuencial directa en los símbolos de código con uno o más códigos binarios de canal y uno o más códigos binarios de dispersión, produciendo símbolos microprocesados que son recibidos por el transmisor **62** de radiofrecuencia (RF). El transmisor **62** de RF eleva la frecuencia de los símbolos microprocesados hasta la banda de la frecuencia portadora y son transmitidos desde el sistema **64** de antena por medio del diplexor **66**.

Pueden emplearse diversos procedimientos y aparatos para llevar a cabo la modulación digital y la elevación de frecuencia de al RF. Un conjunto de procedimientos y aparatos particularmente útiles se describe en las solicitudes

de patentes estadounidenses, en tramitación como la presente, n<sup>os</sup> 08/431.180, titulada METHOD AND APPARATUS FOR PROVIDING VARIABLE RATE DATA IN A COMMUNICATIONS SYSTEM USING STATISTICAL MULTIPLEXING, presentada el 28 de abril de 1995; 08/395.960, titulada METHOD AND APPARATUS FOR PROVIDING VARIABLE RATE DATA IN A COMMUNICATIONS SYSTEMS USING NON-ORTHOGONAL OVERFLOW CHANNELS, presentada el 28 de febrero de 1995; y 08/784.281, titulada HIGH DATA RATE SUPPLEMENTAL CHANNEL FOR CDMA TELECOMMUNICATIONS SYSTEM, presentada el 15 de enero de 1997, cada una de las cuales está transferida al cesionario de la presente invención e incorporada al presente documento por referencia. Debiera entender que algunas de las solicitudes de patente que acaban de referirse están dirigidas al enlace directo y que, por lo tanto, son más aptas para su uso con el transmisor **50**, mientras que otras están dirigidas al enlace inverso y, por lo tanto, son más aptas para su uso con el receptor **52**.

La FIG. **3** ilustra un trama **70** ejemplar de datos transmitida desde el sistema **64** de antena, que incluye un campo secuencial **72** (número de SEC) de ocho bits y un campo **76** de datos. La trama **70** puede incluir otros campos, como se conoce bien en la técnica, que no se muestran porque no son particularmente relevantes para la presente invención. En una realización preferente, las tramas están formateadas sustancialmente según las estructuras de trama definidas en el estándar IS-707.

Con referencia de nuevo a la FIG. **2**, se proporcionan tramas de datos al codificador **58** de manera ordenada usando el sistema **54** de control, que almacena las tramas dentro de una memoria tampón **55** de tramas y actualiza un valor de índice  $L\_V(S)$ , almacenándose ambos en la memoria **57**. En una realización preferente, el valor de índice  $L\_V(S)$  es un número secuencial de doce bits que es incrementado después de que se pone cada trama en la memoria tampón **55**. Los ocho bits menos significativos del valor de índice  $L\_V(S)$  son colocados en el campo secuencial **72** de la trama **70** cuando las tramas se almacenan en la memoria tampón **55**.

En el receptor **52**, las señales de RF del transmisor **50** son recibidas por la antena **82**, luego encaminadas al receptor **80** de RF por el diplexor **66**. El desmodulador digital **86** desmodula las señales rebajadas de frecuencia o de "banda base" usando los códigos binarios necesarios, generando datos de decisión programada que son recibidos por el decodificador **88**. El decodificador **88** lleva a cabo una decodificación de Trellis o Viterbi de máxima probabilidad, produciendo datos **90** de decisión firme que son proporcionados al controlador **91**.

El controlador **91** reforma la trama **70** usando datos **90** de decisión firme y determina si la trama ha sido recibida en secuencia con respecto a las tramas que ya han sido recibidas usando técnicas bien conocidas en la técnica. El controlador **91** representa cualquier dispositivo de cálculo digital bien conocido que sea capaz de controlar la funcionalidad global del receptor **52**. También se comprueban los datos contenidos en el campo **76** de datos para determinar si han sido recibidos sin error, generalmente usando un formato de comprobación de errores por CRC, que también es bien conocido en la técnica. Si la trama **70** ha sido recibida fuera de secuencia o ha sido recibida en la debida secuencia, pero, sin embargo, el campo **76** fue recibido con error, el controlador **91** genera una solicitud de retransmisión según las enseñanzas de la presente invención y la envía al transmisor **50**, solicitando al menos una retransmisión de la trama que se recibió con error. Para la exposición restante en el presente documento, se considera que una trama ha sido recibida con error si se detecta una trama fuera de secuencia o si se recibe una trama pero los datos contenidos en el campo **76** de datos no son utilizables.

En un primer diseño, el controlador **91** genera inmediatamente un número fijo,  $n$ , de NAK, que se envían al transmisor **50** solicitando múltiples retransmisiones de la trama **70**. En una realización preferente, el número,  $n$ , de NAK enviados por el controlador **91** es igual a tres, aunque podría enviarse un número mayor o menor de NAK en realizaciones alternativas. Cada NAK generado contiene información que identifica la trama particular que no se recibió correctamente, por ejemplo el número **72** de SEC correspondiente a la trama **70** recibida con error.

Los múltiples NAK son transmitidos en estrecha sucesión entre sí. Esto puede lograrse ya sea transmitiendo NAK en sucesión inmediata o intercalando los NAK con tramas de datos normales. De forma alternativa, pueden intercalarse entre sí NAK pertenecientes a tramas diferentes, permitiendo con ello que haya un breve periodo de tiempo entre NAK pertenecientes a la misma trama. Se logra una mayor fiabilidad separando entre sí los NAK pertenecientes a la misma trama, creando una diversidad temporal entre los NAK.

En una ligera variación del intercalamiento de los NAK con tramas normales de datos, los NAK múltiples son retransmitidos en un proceso en dos etapas. En la primera etapa, se inserta un primer NAK que identifica a una trama recibida con error en la corriente de tramas que aguardan transmisión, también denominada corriente de transmisión. El primer NAK desplaza lo que sería la siguiente trama normal de datos que ha de transmitirse. Como tal, las tramas normales de datos son retardadas una trama. Los NAK segundo y subsiguientes relativos a la misma trama de error se insertan únicamente en la corriente de transmisión si se vuelve disponible una ranura de tiempo vacía, es decir, si no hay presente inmediatamente ninguna trama normal de datos para su colocación en la corriente de transmisión. Generalmente, si no se produce ninguna ranura de tiempo vacía durante un periodo de tiempo predeterminado después de que se transmitiera el primer NAK, no se transmiten más NAK relativos a la trama particular con error. El sistema **54** de control determina si hay disponible alguna ranura de tiempo vacía.

En el transmisor **50**, los múltiples NAK son recibidos de manera similar a la recepción en el receptor **52**. El sistema **54** de control determina si se ha recibido un NAK y, en caso afirmado, se retransmite(n) la(s) trama(s) identificada(s)

según las enseñanzas del protocolo de datos que se esté usando, en este caso el IS-707. Es decir, ocurre una retransmisión de la trama para cada NAK recibido. En la realización preferente, se envían al receptor **52** tres retransmisiones de una trama identificada en los NAK. La temporización de las tramas retransmitidas sigue generalmente la temporización de los NAK recibidos. Por ejemplo, si se reciben múltiples NAK en sucesión inmediata, se produce el mismo número de retransmisiones en sucesión inmediata. Si se reciben NAK que tienen un retardo temporal entre cada NAK, son enviadas tramas retransmitidas que tienen generalmente el mismo retardo temporal insertado entre las mismas.

En un segundo diseño, el número  $n$  de NAK generados en respuesta a una trama con error varía dependiendo de la calidad de transmisión del canal por el que tienen lugar las comunicaciones. Una manera de medir la calidad del canal es medir la tasa a la que se generan los NAK. La segunda realización permite que la unidad móvil **10** varíe el número  $n$  de solicitudes de retransmisión, dependiendo de la probabilidad de recibir con éxito una trama que se recibió con error. Una vez que se determina la tasa de NAK, el número  $n$  de NAK generados cada vez que se recibe una trama con error puede ser calculado y usado en solicitudes adicionales de retransmisión.

La tasa de NAK puede ser definida como el número de NAK transmitidos o recibidos por un dispositivo de comunicaciones inalámbricas o por una estación fija con respecto a un número predeterminado de tramas transmitidas o recibidas. También podría ser definida como el número de NAK generados, pero no transmitidos aún. Aunque la tasa de NAK podría determinarse en una de entre varias maneras diferentes, en el presente documento se exponen tres procedimientos.

El primer procedimiento de determinación de la tasa de NAK es, simplemente, dividir el número de NAK transmitidos por un número predeterminado de tramas recibidas. En este enfoque, se almacena una variable en la memoria **93** que es incrementada con cada NAK transmitido. Una segunda variable almacenada en la memoria **93** es incrementada con cada trama recibida. Cuando se ha recibido un número predeterminado de tramas, por ejemplo 100 tramas, el número de NAK transmitidos hasta ese punto es dividido por el número de tramas predeterminadas para determinar la tasa de NAK. Este procedimiento de determinación de la tasa de NAK es actualizado una vez en cada número predeterminado de tramas recibidas. Cuando se ha recibido el número predeterminado de tramas, el número de NAK transmitidos y el número de tramas recibidas se ponen a cero en la memoria **93** y el proceso vuelve a empezar.

El segundo procedimiento de determinación de la tasa de NAK es usar un enfoque de "ventana desplazable". Es decir, se determina, como sigue, una nueva tasa NAK con cada trama recibida. Se define una ventana como un número predeterminado de tramas recibidas, por ejemplo 100 tramas. Se usa entonces la memoria **93** para hacer seguimiento del número de NAK transmitidos durante la ventana anterior; en este ejemplo, durante las 100 tramas recibidas previamente. Cuando se recibe una nueva trama, el controlador **91** evalúa el número total de NAK transmitidos en la última ventana, incluyendo la nueva trama. De esta manera, se determina una nueva tasa de NAK con cada trama recibida.

El tercer procedimiento de determinación de la tasa de NAK es usar un enfoque incremental. En esta realización, la tasa de NAK actual se calcula en base a la tasa de NAK anterior y al estado de la trama actual recibida. Según se reciben las tramas, se evalúan para determinar si la trama fue recibida sin error. Las tramas que son recibidas con error aumentan la tasa de NAK en un incremento, mientras que las tramas recibidas correctamente disminuyen la tasa de NAK en un incremento igual. El incremento puede ser cualquier número predeterminado. En la realización ejemplar, la tasa de NAK es incrementada en una centésima. Este procedimiento puede ser descrito por la ecuación siguiente:

$$\text{Tasa de NAK actual} = \frac{(N-1)(\text{Tasa de NAK anterior}) + \text{Estado de la trama actual (0 o 1)}}{N}$$

en la que  $1/N$  es igual al incremento predeterminado. Según la anterior ecuación, suponiendo una tasa de NAK anterior de 0,5 y siendo  $1/N$  igual a 0,01, si se recibe una trama sin error, el estado de la trama actual es igual a 0 y la tasa de NAK actual se vuelve  $(99/100) * 0,5 = 0,495$ . Si la siguiente trama no se recibe correctamente, el estado de la trama actual es igual a 1 y la tasa de NAK actual se vuelve  $(99/100) * 0,495 + (1/100) = 0,5001$ .

En cualquiera de las descripciones anteriores, una vez que se ha determinado la tasa de NAK, puede calcularse el número  $n$  de NAK transmitidos cada vez que se recibe una trama con error. Por ejemplo, si la tasa de NAK se vuelve mayor que uno de varios umbrales predeterminados, el número  $n$  de NAK transmitidos cada vez que se recibe una trama con error podría aumentar en consonancia. De modo similar, cuando la tasa de NAK caiga por debajo de cada uno de los umbrales predeterminados, podría disminuir el número  $n$  de NAK transmitidos cada vez que se recibe una trama con error.

Los dos diseños expuestos más arriba reducen el retardo en la transmisión de información de audio mediante la transmisión de múltiples NAK cuando se recibe una trama con error. Esto es para evitar un proceso reiterado de solicitudes de retransmisión. Para reducir el retardo hasta un mínimo, en una realización alternativa, el dispositivo de comunicaciones inalámbricas no envía ninguna solicitud de retransmisión tras la recepción de una trama recibida



con error. En esta realización, se reduce a un mínimo la latencia de la voz a costa de la calidad reducida de la voz. Sin embargo, la reducción en la calidad de la voz es normalmente imperceptible, incluso cuando se recibe un gran número de tramas con error.

5 Lo que se ha descrito hasta este punto es el esquema de retransmisión de la presente invención con respecto al enlace directo, es decir, la retransmisión de datos desde la BTS **12** a la unidad móvil **10**. En esa exposición, la unidad móvil solicita múltiples retransmisiones de tramas que son recibidas con error procedentes de la BTS **12**. La presente invención también es aplicable al enlace inverso, como se expondrá a continuación. La exposición siguiente se centra en cómo retransmite tramas la unidad móvil cuando un segundo transceptor, como la BTS **12**, le pide hacerlo.

10 En el enlace inverso (retransmisión entre la unidad móvil **10** y la BTS **12**), la unidad móvil **10** transmite a la BTS **12** tramas de datos que contienen información de audio, de forma similar al enlace directo, descrito en lo que antecede. En este caso, con referencia de nuevo a la FIG. **2**, el transmisor **50** está situado en la unidad móvil **10** y el receptor **52** está situado en la BTS **12**.

15 Cuando una trama de datos que contiene información de audio es recibida inicialmente con error en la BTS **12**, se envía un único NAK a la unidad móvil **10**, según el estándar IS-707, solicitando una sola retransmisión de la trama que se recibió con error. La identidad de la trama mala, o trama de error, se consigue de la misma manera en que opera el enlace directo, usando el número **72** de SEC.

20 Cuando la unidad móvil **10** recibe el único NAK de la BTS **12**, según la presente invención, la unidad móvil **10** retransmite inmediatamente múltiples copias de la trama que está identificada en el NAK. Esta acción difiere con respecto a una unidad móvil típica que opere según el estándar IS-707, en el cual una unidad móvil envía únicamente 1 retransmisión por cada NAK recibido.

25 Las múltiples tramas enviadas por la unidad móvil **10** en respuesta a un NAK enviado por la BTS **12** pueden ser un número fijo o un número variable. En la realización ejemplar, se transmite de inmediato un número fijo de tramas igual a 3, aunque, de forma alternativa, podría transmitirse un número mayor o menor de tramas. En un sistema de repetición variable, el número de tramas retransmitidas tras la recepción de un NAK varía dependiendo de la calidad del canal, que puede ser medida determinando la tasa de NAK, presentada previamente. En otras realizaciones, la calidad del canal puede ser determinada por otros criterios, como el nivel de potencia al que está transmitiendo una unidad móvil, o por una combinación de criterios. A medida que mejora la calidad del canal, menos retransmisiones de tramas son necesarias teóricamente. A medida que la calidad del canal se degrada, más retransmisiones de tramas deberían ser necesarias para garantizar una retransmisión con éxito.

30 Las múltiples tramas enviadas por un dispositivo de comunicaciones móviles en respuesta a un NAK son transmitidas generalmente en estrecha sucesión entre sí, ya sea enviando tramas en sucesión inmediata o intercalando las tramas de retransmisión con tramas de datos "normales" (nuevas tramas que no han sido transmitidas aún) para ganar diversidad temporal. En una realización alternativa, para evitar el retardo de la transmisión de tramas de datos normales en cualquiera de los dos escenarios, las múltiples tramas en respuesta a un NAK son retransmitidas en un proceso en dos partes. La trama de las múltiples tramas que han de ser retransmitidas es transmitida inmediatamente tras la recepción de un NAK. Las tramas restantes son transmitidas únicamente cuando ya no hay más tramas normales aguardando transmisión. El sistema **54** de control determina la existencia de ranura de tiempo vacías. En esta realización, las tramas normales no son retardadas innecesariamente por el procedimiento de retransmisión. La FIG. **4** ilustra este concepto.

35 En la FIG. **4** las tramas están representadas como ranuras de tiempo, transmitiéndose las tramas según se muestra de izquierda a derecha. Primero se transmite la trama normal  $F_1$ , seguida por la trama normal  $F_2$ . Antes de que se transmite la tercera trama normal, el dispositivo de comunicaciones móviles recibe un NAK que solicita que la trama  $F_{R1}$  sea retransmitida. El dispositivo de comunicaciones móviles inserta la trama de retransmisión  $F_{R1}$  como la tercera trama que ha de ser transmitida, desplazando a la trama  $F_3$ , que normalmente habría sido la tercera trama transmitida. Este desplazamiento causa un pequeño retardo en la información de audio que se transmite. La trama normal  $F_3$  es transmitida entonces inmediatamente después de  $F_{R1}$ , seguida por las tramas normales  $F_4$  y  $F_5$ . Tras la trama  $F_5$ , ya no hay más datos normales que aguardan ser transmitidos, permitiendo que exista un exceso de capacidad en la corriente de transmisión. En esta realización de la presente invención, la trama  $F_{R1}$  es transmitida entonces en la ranura de tiempo que sigue inmediatamente a la trama normal  $F_5$ . Esto permite que ocurran múltiples retransmisiones sin introducir retardos adicionales en la corriente de transmisión.

40 En una ligera variación de la realización anterior, si no se vuelve disponible ninguna ranura de tiempo vacía después de un periodo de tiempo predeterminado después de que se transmite la primera trama de retransmisión  $F_{R1}$ , no se intentan retransmisiones posteriores de esa trama.

55 En la FIG. **5**, un diagrama de flujo ilustra la operación del transmisor **50**, que reside en una estación fija o BTS **12**, y del receptor **52**, que reside en la unidad móvil **10**, durante una comunicación llevada a cabo según la presente invención. La FIG. **5** ilustra la operación de la unidad móvil **10** cuando la BTS **12** recibe una trama de datos con error.

La unidad móvil **10** inicia el procedimiento de transmisión transmitiendo la trama **70** de datos que contiene información de audio a la BTS **12**, tal como se muestra en la etapa **510**. La trama **70** comprende el número **72** de SEC, que identifica la trama **70** con fines de retransmisión y es fijado a los ocho bits menos significativos del índice L\_V(S).

- 5 En la etapa **520**, la trama **70** es recibida entonces por la BTS **12**. Sin embargo, la trama **70** no es recibida con éxito, o es recibida fuera de orden con respecto a tramas recibidas previamente. Se considera que tal trama ha sido recibida con error.

10 En la etapa **530**, la BTS **12** envía un solo NAK a la unidad móvil **10** solicitando que la unidad móvil **10** retransmita la trama **70**. El NAK enviado por la BTS **12** es transmitido según los estándares IS-707 e IS-95, que ordenan que una BTS **12** envíe un solo NAK la primera vez que se recibe una trama con error.

15 En la etapa **540**, el NAK es recibido por la unidad móvil **10** y desmodulado para determinar qué trama se recibió con error. El número **72** de SEC de la trama **70** identifica qué trama de la memoria tampón **55** ha de ser retransmitida. En la etapa **550**, el sistema **54** de control recupera la trama **70** de la memoria tampón **55** y la retransmite un número  $n$  predeterminado de veces; en la realización ejemplar,  $n$  es igual a tres. Cada trama retransmitida es idéntica a la trama original enviada. En una segunda realización, el número de tramas que se retransmiten varía según un formato predeterminado, que ha sido descrito más arriba. En cualquiera de los dos casos, las tramas pueden ser transmitidas inmediatamente después una de otra en la corriente de transmisión, intercaladas con tramas de datos normales o intercaladas mientras existan ranuras de tiempo vacías en la corriente de transmisión, tal como se ha explicado en lo que antecede. En otra realización adicional, los NAK son ignorados y no ocurre ninguna retransmisión.

20

25 En la etapa **560**, cada trama retransmitida es recibida por la BTS **12** y desmodulada. Si una cualquiera de las tramas retransmitidas es recibida con éxito, se ignoran cualesquiera tramas retransmitidas adicionales recibidas con éxito. La probabilidad de que una de las tramas retransmitidas sea recibida con éxito aumenta enormemente al retransmitir varias tramas en estrecha sucesión entre sí. A su vez, esto reduce el periodo de latencia para la retransmisión de tramas de audio, que es vital para permitir la información de audio usando los protocolos de datos del estándar IS-707.

La FIG. **6** ilustra la operación del transmisor **50**, que reside en la unidad móvil **10**, y del receptor **52**, que reside en la BTS **12**, durante una comunicación llevada a cabo según la presente invención. La FIG. **6** ilustra la operación de la unidad móvil **10** cuando la unidad móvil **10** recibe una trama de datos sin éxito.

- 30 La BTS **12** inicia el procedimiento de transmisión transmitiendo la trama **70** de datos que contiene información de audio a la unidad móvil **10**, tal como se muestra en la etapa **610**. La trama **70** comprende el número **72** de SEC, que identifica la trama **70** con fines de retransmisión y es fijado a los ocho bits menos significativos del índice L\_V(S).

35 En la etapa **620**, la trama **70** es recibida por la unidad móvil **10**. Sin embargo, la trama **70** no es recibida con éxito, o es recibida fuera de orden con respecto a tramas transmitidas previamente. Se considera que tal trama ha sido recibida con error.

40 En la etapa **630**, la unidad **10** envía a la BTS **12** un número  $n$  predeterminado de NAK solicitando que la BTS **12** retransmita la trama **70** una vez por cada NAK transmitido por la unidad móvil **10**. Esto difiere de las unidades móviles actuales, que sigue el protocolo IS-707 y envían un solo NAK para cada trama que se recibe con error. Cada NAK transmitido por la unidad móvil **10** identifica la trama **70** en el número **72** de SEC, que es la trama que se recibió con error. En una segunda realización, el número  $n$  de NAK que son enviados por la unidad móvil **10** tras la recepción de una trama de error varía según un formato predeterminado, que ha sido descrito más arriba. En cualquiera de los dos casos, los NAK pueden ser transmitidos inmediatamente después uno del otro en la corriente de transmisión, ser intercalados con tramas de datos normales o ser intercalados con tramas de datos normales mientras existan ranuras de tiempo varias en la corriente de transmisión.

45 En la etapa **640**, los múltiples NAK son recibidos por la BTS **12** y desmodulados para determinar qué trama se recibió con error. El número **72** de SEC de cada NAK identifica qué trama de la memoria tampón **55** ha de ser retransmitida, identificando cada NAK la misma trama **70**. En la etapa **650**, el sistema **54** de control recupera la trama **70** de la memoria tampón **55** y la retransmite una vez por cada NAK recibido; en la realización ejemplar, tres veces. Cada trama **70** retransmitida es una copia idéntica de la trama **70** que se transmitió originalmente.

50 En la etapa **660**, cada trama retransmitida es recibida por la unidad móvil **10** y desmodulada. Si una cualquiera de las tramas retransmitidas es recibida con éxito, se ignoran cualesquiera tramas retransmitidas adicionales recibidas con éxito. De nuevo, la probabilidad de que una de las tramas retransmitidas sea recibida con éxito aumenta enormemente al retransmitir tramas idénticas varias veces en estrecha sucesión entre sí.

55 Las realizaciones preferentes de la presente invención han sido así mostradas y descritas. Sin embargo, sería evidente a una persona con un dominio normal de la técnica que pueden realizarse numerosas alteraciones a las

realizaciones descritas en el presente documento sin apartarse del alcance de la invención. Por lo tanto, la presente invención no ha de estar limitada salvo según las reivindicaciones siguientes.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de comunicaciones inalámbricas entre un primer dispositivo (10) y un segundo dispositivo (12) que comprende:
- transmitir una trama desde el primer dispositivo hasta el segundo dispositivo;
- 5 recibir un mensaje de reconocimiento negativo, también denominado NAK, del segundo dispositivo, en el que el NAK identifica la trama transmitida; y
- retransmitir varias copias de la trama en dos etapas en respuesta a la recepción del NAK, comprendiendo la retransmisión:
- transmitir una primera copia de la trama inmediatamente tras la recepción del NAK; y **caracterizado por**
- 10 transmitir al menos una segunda copia de la trama cuando ya no quedan tramas normales posteriores aguardando transmisión;
- siendo las tramas normales tramas que no han sido transmitidas aún.
2. El procedimiento de la reivindicación 1 que, además, comprende:
- determinar el número de copias de la trama que han de ser retransmitidas en base a la calidad del canal.
- 15 3. El procedimiento de la reivindicación 2 que, además, comprende:
- determinar la calidad del canal en base a al menos uno de la tasa de NAK y del nivel de potencia del primer dispositivo.
4. Un aparato (10) de comunicaciones inalámbricas que comprende:
- medios para transmitir una trama a otro aparato (12);
- 20 medios para recibir un mensaje de reconocimiento negativo, también denominado NAK, del susodicho otro aparato, en el que el NAK identifica la trama transmitida; y estando adaptados dichos medios de transmisión para retransmitir varias copias de la trama en dos etapas en respuesta a la recepción del NAK, transmitiendo una primera copia de la trama inmediatamente tras la recepción del NAK; y **caracterizado por** estar adaptados para transmitir al menos una segunda copia de la trama cuando ya no quedan tramas normales posteriores aguardando transmisión, siendo las tramas normales tramas que no han sido transmitidas aún.
- 25 5. El aparato de la reivindicación 4 que, además, comprende:
- medios para determinar el número de copias de la trama que han de ser retransmitidas en base a la calidad del canal.
- 30 6. El aparato de la reivindicación 5 que, además, comprende:
- medios para determinar la calidad del canal en base a al menos uno de la tasa de NAK y del nivel de potencia del susodicho otro aparato.
7. El aparato de la reivindicación 4 en el que dichos medios de transmisión están adaptados para retransmitir mediante una transmisión adicional cualesquiera copias restantes del número de copias de la trama cuando ya no quedan tramas normales posteriores aguardando transmisión.
- 35 8. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que la retransmisión 1 comprende:
- transmitir cualesquiera copias restantes del número de copias de la trama cuando ya no quedan tramas normales posteriores aguardando transmisión, siendo las tramas normales tramas que no han sido transmitidas aún.

40

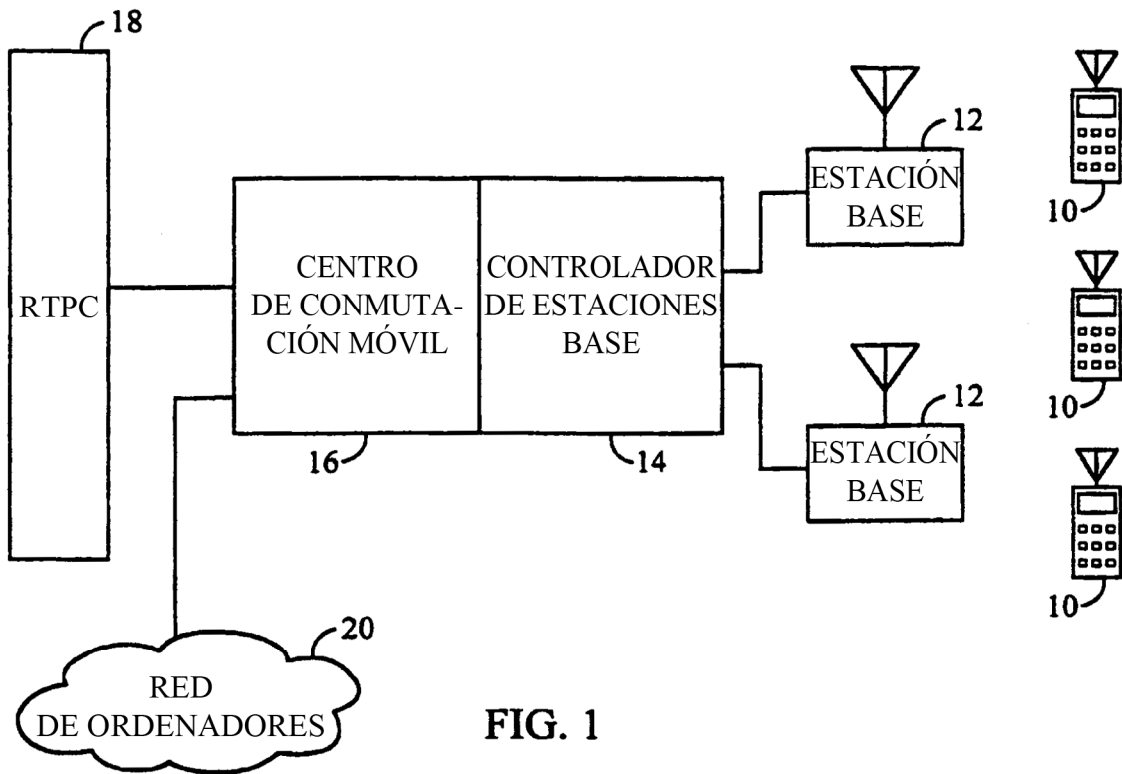


FIG. 1

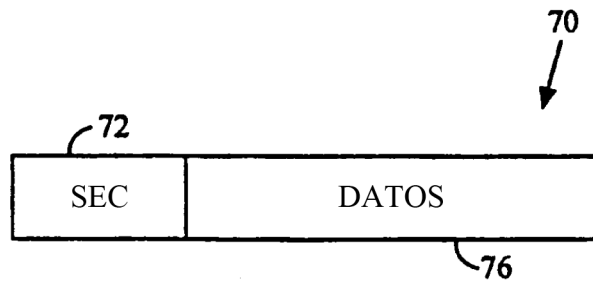


FIG. 3

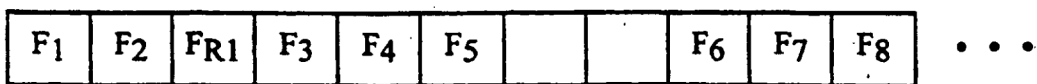


FIG. 4

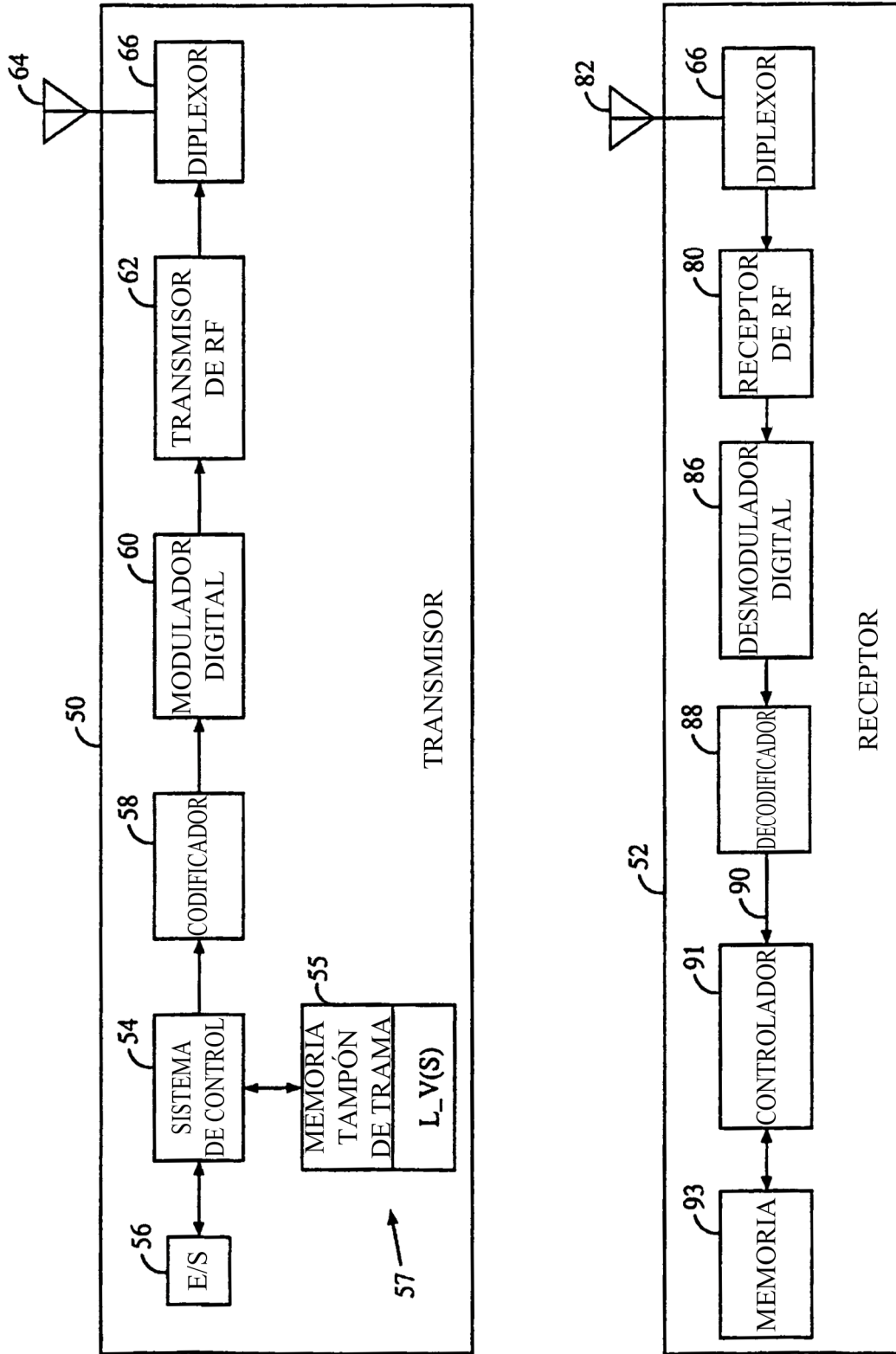


FIG. 2

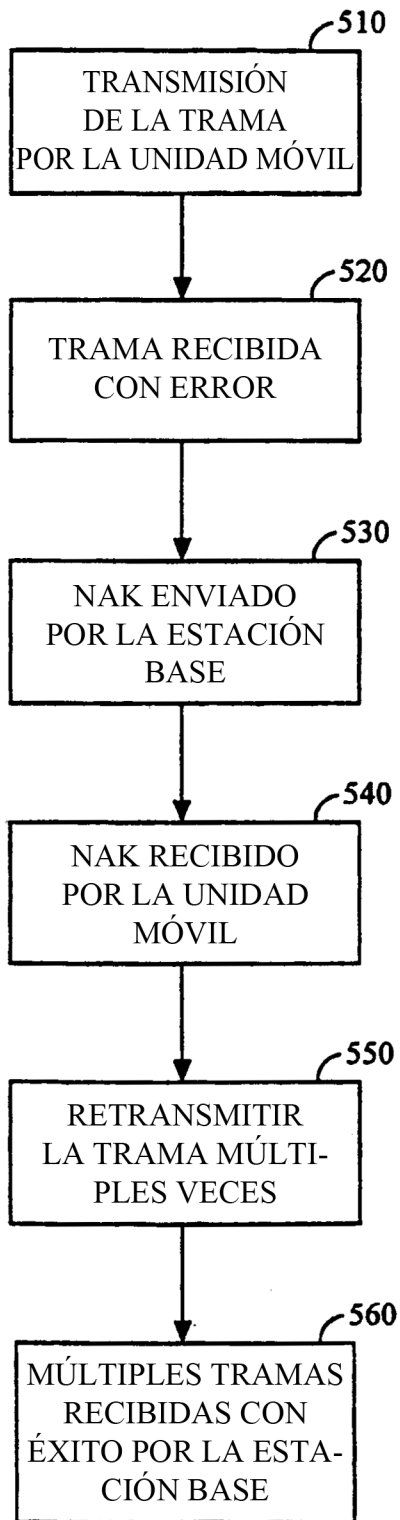


FIG. 5

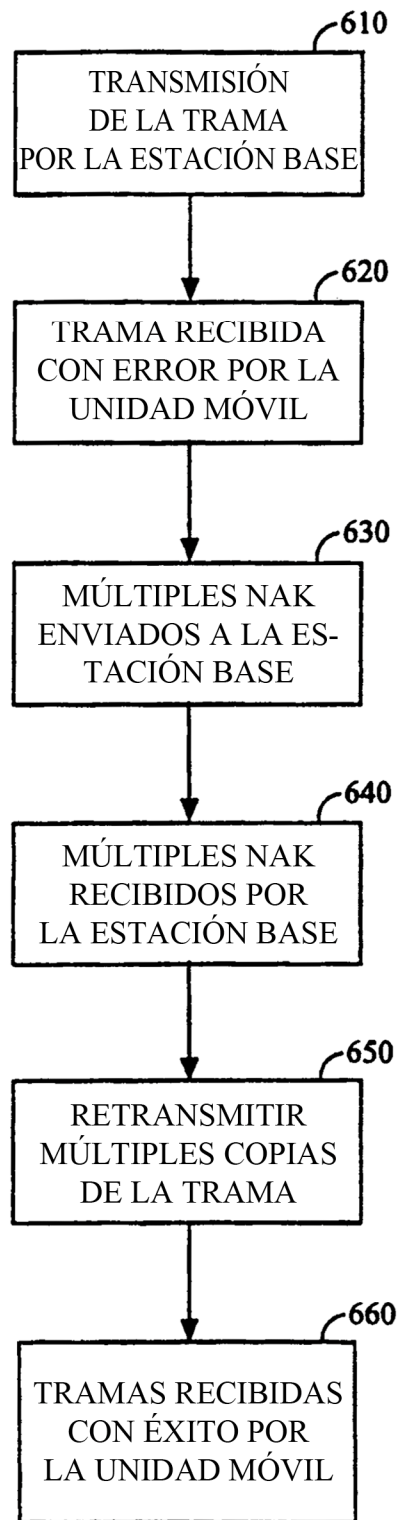


FIG. 6