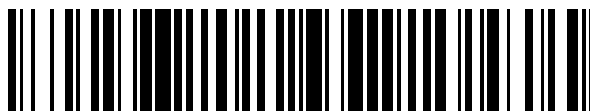


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 532 958**

51 Int. Cl.:

H04W 28/22

(2009.01)

H04L 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.1998** **E 09162578 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.12.2014** **EP 2094042**

54 Título: **Procedimiento y aparato para transmisión de paquetes de datos de alta velocidad**

30 Prioridad:

03.11.1997 US 963386

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

06.04.2015

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 MOREHOUSE DRIVE
SAN DIEGO, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**PADOVANI, ROBERTO;
SINDHUSHAYANA, NAGABHUSHANA T.;
WHEATLEY, CHARLES E. III;
BLACK, PETER J.;
GROB, MATTHEW;
HINDERLING, JURG K. y
BENDER, PAUL E.**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 532 958 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 transmisión de paquetes de datos de alta velocidad

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION**I. Campo de la Invención**

10 La presente invención se refiere a la comunicación de datos. Más particularmente, la presente invención se refiere a un procedimiento y aparato novedosos y mejorados para la transmisión de datos por paquetes a alta velocidad.

II. Descripción de la Técnica Relacionada

15 Para soportar una variedad de aplicaciones, se requiere un sistema de comunicación moderno. Un sistema de comunicación tal es un sistema de acceso múltiple por división de código (CDMA) que cumple con la norma "TIA/EIA/IS-95 Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System", a la que se hace referencia en lo sucesivo como la norma IS-95. El sistema CDMA permite comunicaciones de datos y por voz entre usuarios sobre un enlace terrestre. La utilización de técnicas CDMA en un sistema de comunicación de acceso múltiple se divulga en la patente estadounidense nº 4.901.307 titulada "SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS", y en la patente estadounidense nº 5.103.459, titulada "SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING WAVEFORMS IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM", ambas transferidas al cesionario de la presente invención.

25 En esta memoria descriptiva, la estación base se refiere al hardware con el que las estaciones móviles se comunican. La célula se refiere al hardware o a la zona de cobertura geográfica, dependiendo del contexto en el que se utiliza el término. Un sector es una partición de la célula. Puesto que un sector de un sistema CDMA tiene los atributos de una célula, las enseñanzas descritas en términos de célula se extienden fácilmente a los sectores.

30 En un sistema CDMA, las comunicaciones entre los usuarios se llevan a cabo a través de una o más estaciones base. Un primer usuario en una estación móvil se comunica con un segundo usuario en una segunda estación móvil transmitiendo datos sobre el enlace inverso a una estación base. La estación base recibe los datos y puede encaminar los datos a otra estación base. Los datos se transmiten sobre el enlace directo de la misma estación base, o una segunda estación base, a la segunda estación móvil. El enlace directo se refiere a una transmisión desde la estación base a una estación móvil y el enlace inverso se refiere a una transmisión desde la estación móvil a una estación base. En sistemas IS-95, al enlace directo y al enlace inverso están asignadas frecuencias separadas.

La estación móvil se comunica con al menos una estación base durante una comunicación. Las estaciones móviles CDMA pueden comunicarse con múltiples estaciones base simultáneamente durante el traspaso continuo ("soft handoff"). El traspaso continuo es el proceso de establecer un enlace entre una estación base nueva antes de interrumpir el enlace con la estación base previa. El traspaso continuo minimiza la probabilidad de llamadas interrumpidas. El procedimiento y sistema para proporcionar una comunicación con una estación móvil a través de más de una estación base durante el proceso de traspaso continuo se divulga en la patente estadounidense nº 5.267.261, titulada "MOBILE ASSISTED SOFT HANDOFF IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM", transferida al cesionario de la presente invención. El traspaso continuo es el proceso por el que la comunicación se produce sobre múltiples sectores mantenidos por la misma estación base. El proceso de traspaso continuo se describe en detalle en la solicitud de patente estadounidense, en tramitación junto con la presente, nº de serie 08/763,498, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING HANDOFF BETWEEN SECTORS OF A COMMON BASE STATION", presentada el 11 de diciembre de 1996, trasferida al cesionario de la presente invención y publicada el 3 de agosto de 1999, con nº de publicación US 5 933 787.

55 Dada la creciente demanda de aplicaciones de datos inalámbricas, la necesidad de sistemas de comunicación de datos inalámbricos muy eficaces ha pasado a ser cada vez más importante. La norma IS-95 puede transmitir datos de tráfico y datos de voz sobre los enlaces directos e inversos. Un procedimiento para transmitir datos de tráfico en tramas de canal de código de tamaño fijado se describe en detalle en la patente estadounidense nº 5.504.773, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR THE FORMATTING OF DATA FOR TRANSMISSION", transferida al cesionario de la presente invención. Según la norma IS-95, los datos de tráfico o los datos de voz se dividen en tramas de canal de código que tienen un ancho de 20 ms con velocidades de transferencia de datos de hasta 14,4 Kbps.

60 Una diferencia importante entre los servicios de voz y los servicios de datos es el hecho de que los primeros imponen requisitos de retardo fijos y rigurosos. Normalmente, el retardo unidireccional global de las tramas de voz debe ser inferior a 100 ms. Por el contrario, el retardo de datos puede llegar a ser un parámetro variable utilizado para optimizar la eficiencia del sistema de comunicación de datos. Específicamente, pueden utilizarse técnicas de codificación de corrección de errores más eficientes que requieren retardos significativamente mayores que aquellos que pueden tolerarse por los servicios de voz. Un esquema de codificación eficiente a modo de ejemplo para datos

se divulga en la solicitud de patente estadounidense nº de serie 08/743.688 titulada "SOFT DECISION OUTPUT DECODER FOR DECODING CONVOLUTIONALLY ENCODED CODEWORDS", presentada el 6 de noviembre de 1996, transferida al cesionario de la presente invención y publicada el 14 de mayo de 1998 con el nº de publicación WO 9820617 A1.

Otra diferencia importante entre los servicios de voz y los servicios de datos es que los primeros requieren un grado de servicio (GOS) común y fijo para todos los usuarios. Normalmente, para los sistemas digitales que proporcionan servicios de voz, esto se traduce en una velocidad igual y fija para todos los usuarios y un valor tolerable máximo para las tasas de error de las tramas de voz. Por el contrario, para los servicios de datos, el GOS puede ser diferente de usuario a usuario y puede ser un parámetro optimizado para incrementar la eficiencia total del sistema de comunicación de datos. El GOS de un sistema de comunicación de datos se define normalmente como el retardo total provocado en la transferencia de una cantidad predeterminada de datos, al que se hace referencia en lo sucesivo como un paquete de datos.

Otra diferencia importante más entre servicios de voz y servicios de datos es que los primeros requieren un enlace de comunicación fiable que, en el sistema de comunicación CDMA a modo de ejemplo, se proporciona mediante el traspaso continuo. El traspaso continuo da como resultado transmisiones redundantes desde dos o más estaciones base para mejorar la fiabilidad. Sin embargo, esta fiabilidad adicional no se requiere para la transmisión de datos ya que los paquetes de datos recibidos por error pueden retransmitirse. Para los servicios de datos, la potencia de transmisión utilizada para soportar el traspaso continuo puede utilizarse más eficazmente para transmitir datos adicionales.

Los parámetros que miden la calidad y eficiencia de un sistema de comunicación de datos son el retardo de transmisión necesario para transferir un paquete de datos y la tasa de rendimiento global media del sistema. El retardo de transmisión no tiene el mismo impacto en la comunicación de datos como el que tiene para la comunicación por voz, pero es una métrica importante para medir la calidad del sistema de comunicación de datos. La tasa de rendimiento global media es una medida de la eficiencia de la capacidad de la transmisión de datos del sistema de comunicación.

Es bien conocido que en sistemas celulares la relación señal/ruido e interferencia C/I de un usuario dado es una función de la ubicación del usuario dentro de la zona de cobertura. Para mantener un nivel de servicio dado, los sistemas TDMA y FDMA recurren a técnicas de reutilización de frecuencia, es decir, no todos los canales de frecuencia y/o ranuras de tiempo se utilizan en cada estación base. En un sistema CDMA, se reutiliza la misma asignación de frecuencia en cada célula del sistema, mejorando de este modo la eficiencia global. La relación C/I que cualquier estación móvil del usuario consigue determina la tasa de información que puede soportarse para este enlace particular desde la estación base a la estación móvil del usuario. Dada la modulación específica y el procedimiento de corrección de errores utilizados para la transmisión, que la presente invención busca optimizar para transmisiones de datos, se consigue un nivel de rendimiento dado a un nivel correspondiente de relación C/I. Para un sistema celular idealizado con diseño de células hexagonales y que utiliza una frecuencia común en cada célula, puede calcularse la distribución de la relación C/I conseguida en las células idealizadas.

La relación C/I conseguida por cualquier usuario dado es una función de la pérdida de propagación, que para sistemas celulares terrestres se incrementa de r^3 a r^5 , en la que r es la distancia a la fuente emisora. Además, la pérdida de propagación está sujeta a variaciones aleatorias debidas a obstrucciones naturales o artificiales en la vía de la onda de radio. Estas variaciones aleatorias se modelan normalmente como un proceso aleatorio de ensombrecimiento logarítmico normal con una desviación estándar de 8 dB. La distribución C/I resultante conseguida para un diseño celular hexagonal ideal con antenas de estación base omnidireccionales, ley de propagación r^4 , y el proceso de ensombrecimiento con una desviación estándar de 8 dB se muestra en la Fig.10.

La distribución C/I obtenida sólo puede conseguirse si, en cualquier instante en el tiempo y en cualquier ubicación, la mejor estación base que se define como la que consigue el mayor valor C/I sirve a la estación móvil, sin tener en cuenta la distancia física a cada estación base. Debido a la naturaleza aleatoria de la pérdida de propagación tal como se describe anteriormente, la señal con el mayor valor C/I puede ser una diferente a la distancia física mínima desde la estación móvil. Por el contrario, si una estación móvil fuera a comunicar sólo a través de la estación base de mínima distancia, la relación C/I puede degradarse sustancialmente. Por lo tanto, es beneficioso para las estaciones móviles comunicarse con y desde la mejor estación base de servicio todas las veces, consiguiendo de ese modo el valor C/I óptimo. También puede observarse que el intervalo de valores de la relación C/I conseguida, en el modelo idealizado anterior y tal como se muestra en la FIG. 10, es tal que la diferencia entre el valor superior e inferior puede ser tan alto como 10.000. En una implementación práctica, el intervalo se limita normalmente a aproximadamente 1:100 ó 20 dB. Por tanto, es posible para una estación base CDMA servir a estaciones móviles con velocidades de transferencia de bits de información que pueden variar como mucho como un factor de 100, como establece la siguiente relación:

$$R_b = W \frac{(C/I)}{(E_b/I_o)}, \quad (1)$$

en la que R_b representa la tasa de información a una estación móvil particular, W es el ancho de banda total ocupado por la señal de espectro ensanchado, y E_b/I_o es la energía por bit sobre una densidad de interferencia necesaria para conseguir un nivel de rendimiento dado. Por ejemplo, si la señal de espectro ensanchado ocupa un ancho de banda W de 1,2288 MHz y una comunicación fiable requiere un promedio E_b/I_o igual a 3 dB, entonces una estación móvil que consigue un valor C/I de 3 dB a la mejor estación base puede comunicarse a una velocidad de transferencia de datos tan alta como 1,2288 Mbps. Por otro lado, si una estación móvil está sujeta a una interferencia sustancial desde estaciones base adyacentes y sólo puede conseguir una relación C/I de -7 dB, no puede soportarse la comunicación fiable a una velocidad de transferencia de datos mayor a 122,88 Kbps. Por lo tanto, un sistema de comunicación diseñado para optimizar el rendimiento global medio intentará servir a cada usuario remoto desde la mejor estación base de servicio y a la velocidad de transferencia de datos R_b más alta que el usuario remoto puede soportar de forma fiable. El sistema de comunicación de datos de la presente invención explota las características citadas anteriormente y optimiza el rendimiento global de datos desde las estaciones base CDMA a las estaciones móviles.

A partir de WO 97/09810 es conocido un sistema para comunicaciones de múltiples tasas que permite diferentes tasas de datos para cada unidad de datos en un canal, incluyendo ambas unidades de datos desde diferentes unidades móviles y desde la misma unidad móvil. Una unidad de envío empieza preferiblemente determinando la tasa a la que empiezan las comunicaciones y monitoriza, por ejemplo usando un detector RSSI, para una indicación de que se debería cambiar la tasa. Un ajustador de tasa implementa y puede hacer cambios con tanta frecuencia como cada unidad de datos.

Además, en US 5.533.004 se describe un sistema de comunicaciones de radio frecuencia (RF) que utiliza acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) que tiene ranuras de tiempo de una duración común. La cantidad de bits de información a transmitir es proporcionada. En base al menos en parte en ese número de bits de información a transmitir, se selecciona una técnica de modulación de entre una pluralidad de técnicas de modulación.

El documento US 5.434.860 describe un flujo de datos en tiempo real que se transmite en paquetes de datos de una fuente de datos de acuerdo con un protocolo por medio de una red compartido. Los paquetes de datos de dicho flujo de datos en tiempo real se reciben en el destino de datos conectado a la red de área local. El destino de datos determina una velocidad de datos sugerido para la fuente de datos basada en parte en un número de paquetes de datos perdidos durante un intervalo de tiempo anterior y transmite la velocidad de datos sugerida a la fuente de datos.

Finalmente, el documento EP 0 767 548 A2 describe un sistema de acceso múltiple por división de código que proporciona una manera de asignar una velocidad de datos aumentada a una estación móvil solicitante. Una estación móvil que solicita una velocidad de datos en el acceso de la velocidad de datos básica envía datos de intensidad piloto recibidos para su estación base y estaciones base en células adyacentes. Los datos de intensidad piloto recibidos se utilizan para determinar un aumento de la velocidad de datos para ser asignado a la estación móvil solicitante.

RESUMEN DE LA INVENCION

La invención está definida en las reivindicaciones independientes 1, 7, 13, 14, 15 y 16.

La presente invención es un procedimiento novedoso y mejorado y un aparato para alta velocidad de transmisión de datos por paquetes en un sistema CDMA. La presente invención mejora la eficiencia de un sistema CDMA proporcionando medios para transmitir datos por los enlaces directo e inverso. Cada estación móvil se comunica con una o más estaciones base y monitoriza los canales de control para la duración de la comunicación con las estaciones base. Los canales de control pueden utilizarse por las estaciones base para transmitir pequeñas cantidades de datos, mensajes de radiomensajería dirigidos a una estación móvil específica, y mensajes de difusión a todas las estaciones móviles. El mensaje de búsqueda informa a la estación móvil que la estación base tiene una gran cantidad de datos a transmitir a la estación móvil.

Es un objeto de la presente invención mejorar la utilización de la capacidad de los enlaces directo e inverso en un sistema de comunicación de datos. Tras la recepción de los mensajes de búsqueda de una o más estaciones base, la estación móvil mide la relación de señal a ruido más interferencia (C/I) de las señales de enlace directo (por ejemplo, las señales piloto de enlace directo) en cada ranura de tiempo y selecciona la mejor estación base utilizando un conjunto de parámetros que pueden comprender la C/I presente y anteriores. En un ejemplo, en cada ranura de tiempo, la estación móvil transmite a la estación base seleccionada en una solicitud de datos dedicado (DRC) una solicitud para una transmisión a la velocidad de datos más alta que la C/I medida puede soportar de forma fiable. La estación base seleccionada transmite datos, en paquetes de datos, a una tasa de datos que no

exceda de la velocidad de datos recibida desde la estación móvil sobre el canal DRC. Al transmitir desde la mejor estación base en cada ranura de tiempo, se consiguen mejorar el rendimiento y retardo de transmisión.

Es otro ejemplo para mejorar el rendimiento mediante la transmisión de la estación base seleccionada a la potencia de transmisión máxima para la duración de una o más ranuras de tiempo a una estación móvil a la velocidad de datos solicitada por la estación móvil. En el sistema de comunicación CDMA de ejemplo, las estaciones base funcionan a una determinada back-off (por ejemplo 3 dB) desde la potencia de transmisión disponible para tener en cuenta variaciones en el uso. Por lo tanto, la potencia de transmisión media es la mitad de la potencia de pico. Sin embargo, en la presente invención, ya que las transmisiones de datos de alta velocidad y la potencia planificada normalmente no se comparten (por ejemplo, entre transmisiones), por lo que no es necesario un back-off desde la potencia de pico de transmisión disponible.

Es otro ejemplo más para mejorar la eficiencia permitiendo a las estaciones base transmitir paquetes de datos a cada estación móvil durante un número variable de ranuras de tiempo. La capacidad para transmitir desde diferentes estaciones base de ranura de tiempo a ranura de tiempo permite al sistema de comunicación de datos de la presente invención adoptarse rápidamente a los cambios en el entorno de funcionamiento. Además, la capacidad de transmitir un paquete de datos sobre ranuras de tiempo no contiguas es posible en la presente invención debido a la utilización de número de secuencia para identificar las unidades de datos dentro de un paquete de datos.

Es todavía otro ejemplo para aumentar la flexibilidad reenviando los paquetes de datos dirigidos a una estación móvil específica desde un controlador central a todas las estaciones base que son miembros del conjunto activo de la estación móvil. En la presente invención, la transmisión de datos puede producirse desde cualquier estación base en el conjunto activo de la estación móvil en cada ranura de tiempo. Ya que cada estación base comprende una cola que contiene los datos a transmitir a la estación móvil, una transmisión de enlace directo eficiente puede producirse con retardo de procesamiento mínimo.

Es otro ejemplo más para proporcionar un mecanismo de retransmisión para unidades de datos recibidas con error. En la realización de ejemplo, cada paquete de datos comprende un número predeterminado de unidades de datos, con cada unidad de datos identificada por un número de secuencia. Tras la recepción incorrecta de una o más unidades de datos, la estación móvil envía un acuse de recibo negativo (NACK) por el canal de datos de enlace inverso que indica los números de secuencia de las unidades de datos perdidas para la retransmisión desde la estación base. La estación base recibe el mensaje NACK y puede retransmitir las unidades de datos recibidas con error.

Es otro ejemplo más de la estación móvil para seleccionar a los mejores candidatos de estaciones base de comunicación basado en el procedimiento descrito en la solicitud de patente estadounidense número de serie 08/790.497, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING SOFT HANDOFF IN A WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM", presentada el 29 de enero de 1997, cedida al cesionario de la presente invención y publicada el 22 de julio de 1998, con el número de publicación WO 9 833 288 A2. En la realización de ejemplo, la estación base puede añadirse al conjunto activo de la estación móvil si la señal piloto recibida está por encima de un umbral de suma predeterminado y restarse del conjunto activo si la señal piloto está por debajo de un umbral de resta predeterminado. En la realización alternativa, la estación base puede añadirse al conjunto activo si la energía adicional de la estación base (por ejemplo, como se mide por la señal piloto) y la energía de las estaciones base ya en el conjunto activo supera un umbral predeterminado. Utilizando esta realización alternativa, una estación base cuya energía transmitida comprende una cantidad insustancial de la energía total recibida en la estación móvil no se añade al conjunto activo.

Es otro ejemplo más para las estaciones móviles para transmitir las solicitudes de velocidad de datos por el canal DRC de tal manera que sólo la estación base seleccionada entre las estaciones base en comunicación con la estación móvil es capaz de distinguir los mensajes DRC, por lo tanto, asegurar que la transmisión de enlace directo en cualquier ranura de tiempo es desde la estación base seleccionada. En la realización de ejemplo, cada estación base en comunicación con la estación móvil se le asigna un código Walsh único. La estación móvil cubre el mensaje DRC con el código Walsh correspondiente a la estación base seleccionada. Otros códigos pueden utilizarse para cubrir los mensajes DRC, aunque los códigos ortogonales se utilizan típicamente y se prefieren los códigos Walsh.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las características, objetivos y ventajas de la presente invención serán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación cuando se toma en conjunción con los dibujos en los que los caracteres de referencia iguales se identifican de forma correspondiente a lo largo de la misma y en los que:

la FIG. 1 es un diagrama de un sistema de comunicación de datos de la presente invención que comprende una pluralidad de células, una pluralidad de estaciones base y una pluralidad de estaciones móviles;

la FIG. 2 es un diagrama de bloques de los subsistemas del sistema de comunicación de datos de la presente invención;

las FIGS. 3A-3B son diagramas de bloque de la arquitectura de enlace directo a modo de ejemplo de la presente invención;

la FIG. 4A es un diagrama de la estructura de trama de enlace directo a modo de ejemplo de la presente invención;

las FIGS. 4B-4C son diagramas del canal de control de potencia y del canal de tráfico directo a modo de ejemplo, respectivamente;

la FIG. 4D es un diagrama del paquete segmentado de la presente invención;

las FIGS. 4E-4G son diagramas de los dos formatos de paquete de datos a modo de ejemplo y la cápsula de canal de control, respectivamente;

la FIG. 5 es un cronograma a modo de ejemplo que muestra la transmisión de paquetes a alta velocidad sobre el enlace directo;

la FIG. 6 es un diagrama de bloque de la arquitectura de enlace inverso a modo de ejemplo de la presente invención;

la FIG. 7A es un diagrama de la estructura de trama de enlace inverso a modo de ejemplo de la presente invención;

la FIG. 7B es un diagrama del canal de acceso de enlace inverso a modo de ejemplo;

la FIG. 8 es un cronograma a modo de ejemplo que muestra la transmisión de datos a alta velocidad sobre el enlace inverso;

la FIG. 9 es un diagrama de estado a modo de ejemplo que muestra las transiciones entre los diversos estados de funcionamiento de la estación móvil; y

la FIG. 10 es un diagrama de la función de distribución acumulativa (CDF) de la distribución C/I en un diseño celular hexagonal ideal.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS MODOS DE REALIZACIÓN PREFERIDOS

Según el modo de realización a modo de ejemplo del sistema de comunicación de datos de la presente invención, la transmisión de datos mediante enlace directo se produce desde una estación base a una estación móvil (véase la FIG. 1) a o cerca de la velocidad máxima de transferencia de datos que puede soportarse mediante el enlace directo y el sistema. La comunicación de datos de enlace inverso puede producirse desde una estación móvil a una o más estaciones base. El cálculo de la velocidad de transferencia de datos máxima para una transmisión de enlace directo se describe en detalle más adelante. Los datos se dividen en paquetes de datos, transmitiéndose cada paquete de datos sobre una o más ranuras de tiempo (o ranuras). En cada ranura de tiempo, la estación base puede dirigir la transmisión de datos a cualquier estación móvil que esté en comunicación con la estación base.

Inicialmente, la estación móvil establece comunicación con una estación base utilizando un procedimiento de acceso predeterminado. En este estado conectado, la estación puede recibir mensajes de datos y de control desde la estación base, y puede transmitir mensajes de datos y de control a la estación base. La estación móvil entonces monitoriza el enlace directo para transmisiones desde las estaciones base en el conjunto activo de la estación móvil. El conjunto activo contiene una lista de estaciones base en comunicación con la estación móvil. Específicamente, la estación móvil mide la relación señal/ruido e interferencia (C/I) del piloto de enlace directo de las estaciones base en el conjunto activo, cuando se recibe en la estación móvil. Si la señal piloto recibida está por encima de un umbral de suma predeterminado o por debajo de un umbral de resta predeterminado, la estación móvil informa a la estación base sobre esto. Mensajes posteriores desde la estación base ordenan a la estación móvil sumar o restar la(s) estación(es) base a o desde su conjunto activo, respectivamente. Los diversos estados de funcionamiento de la estación móvil se describen más adelante.

Si no hay datos que enviar, la estación móvil vuelve a estado desocupado e interrumpe la transmisión de información de velocidad de transferencia de datos a la(s) estación(es) base. Mientras que la estación móvil está en el estado desocupado, la estación móvil monitoriza el canal de control desde una o más estaciones base en el conjunto activo para mensajes de radiomensajería.

Si hay datos que transmitir a la estación móvil, los datos se envían mediante un controlador central a todas las estaciones base en el conjunto activo y se almacenan en una cola en cada estación base. Entonces se envía un mensaje de radiomensajería mediante una o más estaciones base a la estación móvil sobre los canales de control respectivos. La estación base puede transmitir todos los mensajes de radiomensajería de este tipo al mismo tiempo a través de diversas estaciones base para asegurar la recepción incluso cuando la estación móvil está conmutando entre estaciones base. La estación móvil desmodula y decodifica las señales sobre uno o más canales de control para recibir los mensajes de radiomensajería.

Tras decodificar los mensajes de radiomensajería, y durante cada ranura de tiempo hasta que se completa la transmisión de datos, la estación móvil mide la relación C/I de las señales de enlace directo de la estaciones base en el conjunto activo, cuando se reciben en la estación móvil. La relación C/I de las señales de enlace directo puede obtenerse midiendo las señales piloto respectivas. Entonces la estación móvil selecciona la mejor estación base basándose en un conjunto de parámetros. El conjunto de parámetros puede comprender las mediciones de la relación C/I actuales y previas y la tasa de error de bits y la tasa de error de paquetes. Por ejemplo, la mejor estación base puede seleccionarse basándose en la mayor medición de la relación C/I. Entonces la estación móvil identifica la mejor estación base y transmite a la estación base seleccionada un mensaje de solicitud de datos (al que se hace referencia en lo sucesivo como el mensaje DRC) sobre el canal de solicitud de datos (al que se hace referencia en lo sucesivo como el canal DRC). El mensaje DRC puede contener la velocidad de transferencia de datos solicitada a modo de un ejemplo, o a modo de otro ejemplo, el mensaje DRC contiene una indicación de la calidad del canal de enlace directo (por ejemplo, la propia medición C/I, la tasa de error de bits o la tasa de error de paquetes). En el modo de realización a modo de ejemplo, la estación móvil puede dirigir la transmisión del mensaje DRC a una estación base específica mediante la utilización de un código Walsh que identifica de forma única la estación base. A los símbolos del mensaje DRC se les aplica una operación de O exclusivo (XOR) con el código Walsh único. Ya que se identifica a cada estación base en el conjunto activo de la estación móvil mediante un código Walsh único, sólo la estación base seleccionada que lleva cabo la misma operación XOR que la llevada a cabo por la estación móvil, con el código Walsh correcto, puede decodificar correctamente el mensaje DRC. La estación base utiliza la información de control de velocidad de cada estación móvil para transmitir eficazmente datos de enlace directo a la velocidad más alta posible.

A cada ranura de tiempo, la estación base puede seleccionar cualquiera de la estaciones base radiolocalizadas para la transmisión de datos. Entonces la estación base determina la velocidad de transferencia de datos a la que transmitir los datos a la estación móvil seleccionada basándose en el valor más reciente del mensaje DRC recibido desde la estación móvil. Además, la estación base identifica de forma única una transmisión a una estación móvil particular utilizando un código de ensanchamiento que es único a esa estación móvil. En el modo de realización a modo de ejemplo, este código de ensanchamiento es el código de seudoruido (PN) largo que se define en la norma IS-95.

La estación móvil, para la que se destina el paquete de datos, recibe la transmisión de datos y decodifica el paquete de datos. Cada paquete de datos comprende una pluralidad de unidades de datos. En el modo de realización a modo de ejemplo, una unidad de datos comprende ocho bits de información, aunque pueden definirse tamaños de unidad de datos diferentes que están dentro del alcance de la presente invención. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada unidad de datos se asocia con un número de secuencia y las estaciones móviles pueden identificar transmisiones perdidas o duplicadas. En tales casos, las estaciones móviles comunican los números de secuencia de las unidades de datos perdidas a través del canal de datos de enlace inverso. Los controladores de estación base, que reciben los mensajes de datos desde las estaciones móviles, indican entonces a todas las estaciones base que se comunican con esta estación móvil particular qué unidades de datos no se recibieron por la estación móvil. Las estaciones base planifican entonces una retransmisión de tales unidades de datos.

Cada estación móvil en el sistema de comunicación puede comunicarse con múltiples estaciones base sobre el canal inverso. En el modo de realización a modo de ejemplo, el sistema de comunicación de datos de la presente invención soporta traspaso continuo y traspaso más continuo sobre el enlace inverso por varias razones. En primer lugar, el traspaso continuo no consume capacidad adicional sobre el enlace inverso sino que más bien permite a las estaciones base transmitir datos al nivel de potencia mínima de manera que al menos una de las estaciones base pueda decodificar los datos de forma fiable. En segundo lugar, la recepción de las señales de enlace inverso por más estaciones base incrementa la fiabilidad de la transmisión y sólo requiere hardware adicional en las estaciones base.

En el modo de realización a modo de ejemplo, la capacidad del enlace directo del sistema de transmisión de datos de la presente invención se determina mediante las solicitudes de velocidad de transferencia de las estaciones móviles. Pueden conseguirse ganancias adicionales en la capacidad del enlace directo utilizando antenas direccionales y/o filtros espaciales adaptables. Un procedimiento y aparato a modo de ejemplo para proporcionar transmisiones direccionales se divulga en la solicitud de patente estadounidense en tramitación junto con la presente nº de serie 08/575.049, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR DETERMINING THE TRANSMISSION DATA RATE IN A MULTI-USER COMMUNICATION SYSTEM", presentada el 20 de diciembre de 1995 y publicada el 5 de enero de 1999 con el nº de publicación US 5857147, y la solicitud de patente estadounidense nº de serie 08/925.521, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR PROVIDING ORTHOGONAL SPOT BEAMS, SECTORS, AND PICOCELLS", presentada el 8 de septiembre de 1997 y publicada el 18 de marzo de 1999 con el número de publicación WO 99 13605 A1, ambas transferidas al cesionario de la presente invención e incorporadas por referencia en la presente memoria.

I. Descripción del Sistema

Haciendo referencia a las figuras, la FIG. 1 representa el sistema de comunicación de datos a modo de ejemplo de la presente invención que comprende múltiples células 2a-2g. Una estación base 4 correspondiente da servicio a cada célula 2. Varias estaciones móviles 6 están dispersadas por todo el sistema de comunicación de datos. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada estación móvil 6 se comunica como mucho con una estación base 4 sobre el enlace directo en cada ranura de tiempo pero puede estar en comunicación con una o más estaciones base 4 sobre el enlace inverso, dependiendo de si la estación móvil 6 está en traspaso continuo. Por ejemplo, la estación base 4a transmite datos exclusivamente a la estación móvil 6a, la estación base 4b transmite datos exclusivamente a la estación móvil 6b y la estación base 4c transmite datos exclusivamente a la estación móvil 6c sobre el enlace directo en una ranura de tiempo n. En la FIG. 1, la línea continua con la flecha indica una transmisión de datos desde una estación base 4 a una estación móvil 6. Una línea discontinua con la flecha indica que la estación móvil 6 está recibiendo la señal piloto, pero ninguna transmisión de datos, desde la estación base 4. La comunicación mediante enlace inverso no se muestra en la FIG. 1 por simplicidad.

Como se muestra en la FIG. 1, cada estación base 4 transmite preferiblemente datos a una estación móvil 6 en un momento dado. Las estaciones móviles 6, especialmente aquellas ubicadas cerca de un límite de la célula, pueden recibir las señales piloto desde múltiples estaciones base 4. Si la señal piloto está por encima de un umbral predeterminado, la estación móvil 6 puede solicitar que la estación base 4 se sume al conjunto activo de la estación móvil 6. En el modo de realización a modo de ejemplo, la estación móvil 6 puede recibir transmisión de datos desde cero o un elemento del conjunto activo.

En la FIG. 2 se muestra un diagrama de bloques que ilustra los subsistemas básicos del sistema de comunicación de datos de la presente invención. El controlador 10 de estación base se interconecta con la interfaz de red por paquetes 24, PSTN 30 y todas las estaciones base 4 en el sistema de comunicación de datos (sólo se muestra una estación base 4 en la FIG. 2 por simplicidad). El controlador 10 de estación base coordina la comunicación entre las estaciones móviles 6 en el sistema de comunicación de datos y otros usuarios conectados a la interfaz de red por paquetes 24 y a la PSTN 30. La PSTN 30 se interconecta con los usuarios a través de la red telefónica estándar (no mostrada en la FIG. 2).

El controlador 10 de estación base contiene muchos elementos 14 selector, aunque sólo se muestra uno en la FIG. 2 por simplicidad. Un elemento selector 14 se asigna para controlar la comunicación entre uno o más estaciones base 4 y una estación móvil 6. Si no se ha asignado el elemento selector 14 a la estación móvil 6, se informa al procesador 16 de control de llamada de la necesidad de enviar un mensaje por radio a la estación móvil 6. El procesador 16 de control de llamada ordena entonces a la estación base 4 enviar un mensaje por radio a la estación móvil 6.

La fuente de datos 20 contiene los datos que van a transmitirse a la estación móvil 6. La fuente de datos 20 proporciona los datos a la interfaz de red por paquetes 24. La interfaz de red por paquetes 24 recibe los datos y encamina los datos al elemento selector 14. El elemento selector 14 envía los datos a cada estación base 4 en comunicación con la estación móvil 6. Cada estación base 4 mantiene una cola de datos 40 que contiene los datos que van a transmitirse a la estación móvil 6.

En el modo de realización a modo de ejemplo, sobre el enlace directo, un paquete de datos se refiere a una cantidad predeterminada de datos que es independiente de la velocidad de transferencia de datos. El paquete de datos está formateado con otros bits de control y codificación y se codifica. Si la transmisión de datos ocurre sobre múltiples canales Walsh, el paquete codificado se demultiplexa en flujos paralelos, con cada flujo transmitido sobre un canal Walsh.

Los datos se envían, en paquetes de datos, desde la cola de datos 40 hasta el elemento de canal 42. Para cada paquete de datos el elemento de canal 42 inserta los campos de control necesarios. El paquete de datos, los campos de control, los bits de secuencia de verificación de trama y los bits de cola de código comprenden un paquete formateado. El elemento de canal 42 codifica entonces uno o más paquetes formateados e intercala (o reorganiza) los símbolos dentro de los paquetes codificados. A continuación, se cifra el paquete intercalado con una secuencia de cifrado, cubierto con cubiertas Walsh, y se ensancha con el código PN largo y los códigos PN_i y PN_q cortos. Los datos ensanchados se modulan en cuadratura, se filtran y amplifican mediante un transmisor dentro de una unidad 44 RF. La señal de enlace directo se transmite por el aire a través de la antena 46 sobre enlace directo 50.

En la estación móvil 6, la señal de enlace directo se recibe por la antena 60 y se encamina a un receptor dentro del terminal de entrada 62. El receptor filtra, amplifica, desmodula en cuadratura y cuantifica la señal. La señal digitalizada se proporciona a un demodulador 64 (DEMOD) en el que se desensancha con el código PN largo y los códigos PN_i y PN_q cortos, se descubre con las cubiertas Walsh y se descifra con la secuencia de cifrado idéntica. Los datos modulados se proporcionan a un decodificador 66 que lleva a cabo las funciones de procesamiento de la señal a la inversa realizadas en la estación base 4, específicamente las funciones de desintercalado, decodificación y verificación de trama. Los datos decodificados se proporcionan a un colector de datos 68. El hardware, como se describe anteriormente, soporta la transmisión de datos, mensajería, voz, vídeo y otras comunicaciones sobre el enlace directo.

Las funciones de planificación y control del sistema pueden llevarse a cabo mediante muchas implementaciones. La ubicación del planificador de canal 48 depende de si se desea un procesamiento de control/planificación distribuido o centralizado. Por ejemplo, para procesamiento distribuido, el planificador de canal 48 puede ubicarse en cada estación base 4. A la inversa, para el procesamiento centralizado, el planificador de canal 48 puede ubicarse en el controlador 10 de estación base y puede designarse para coordinar las transmisiones de datos de múltiples estaciones base 4. Pueden contemplarse otras implementaciones de las funciones anteriormente descritas y están dentro del alcance de la presente invención.

Como se muestra en la FIG. 1, las estaciones móviles 6 están dispersas por todo el sistema de comunicación de datos y pueden estar en comunicación con cero o una estación base 4 sobre el enlace directo. En el modo de realización a modo de ejemplo, el planificador de canal 48 coordina las transmisiones de datos de enlace directo de una estación base 4. En el modo de realización a modo de ejemplo, el planificador de canal 48 se conecta a la cola de datos 40 y al elemento de canal 42 en la estación base 4 y recibe el tamaño de la cola, que es indicativo de la cantidad de datos a transmitir a la estación móvil 6, y los mensajes DRC desde las estaciones móviles 6. El planificador de canal 48 planifica una transmisión de datos a alta velocidad de manera que se optimizan los objetivos del sistema de rendimiento global máximo y retardo de transmisión mínimo.

En el modo de realización a modo de ejemplo, la transmisión de datos se planifica basándose en parte en la calidad del enlace de comunicación. Un sistema de comunicación a modo de ejemplo que selecciona la velocidad de transmisión basándose en la calidad del enlace se divulga en la solicitud de patente estadounidense nº de serie 08/741.320, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR PROVIDING HIGH SPEED DATA COMMUNICATIONS IN A CELLULAR ENVIRONMENT", presentada el 11 de septiembre de 1996, transferida al cesionario de la presente invención y publicada el 7 de mayo de 1998 con el nº de publicación WO 9819481 A2. En la presente invención, la planificación de la comunicación de datos puede basarse en consideraciones adicionales tales como el GOS del usuario, el tamaño de la cola, el tipo de datos, la cantidad de retardo ya experimentada, y la tasa de error de la transmisión de datos. Estas consideraciones se describen en detalle en la solicitud de patente estadounidense nº de serie 08/798.951, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR FORWARD LINK RATE SCHEDULING", presentada el 11 de febrero de 1997 y publicada el 13 de agosto con el nº de publicación WO 9835514 A2, y la solicitud de patente estadounidense nº de serie ____, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR REVERSE LINK RATE SCHEDULING", presentada el 20 de agosto de 1997 y publicada el 25 de febrero de 1999 con el nº de publicación WO 9909779 A1, ambas transferidas al cesionario de la presente invención. Pueden considerarse otros factores en la planificación de las transmisiones de datos y están dentro del alcance de la presente invención.

El sistema de comunicación de datos de la presente invención soporta transmisiones de mensajes y datos sobre el enlace inverso. En la estación móvil 6, el controlador 76 procesa la transmisión de mensajes o datos encaminando los datos o el mensaje al codificador 72. El controlador 76 puede implementarse en un microcontrolador, un microprocesador, un chip de procesamiento de señales digitales (DSP,) o en un ASIC programado para llevar a cabo la función como se describe en el presente documento.

En el modo de realización a modo de ejemplo, el codificador 72 codifica el mensaje que se ajusta al formato de datos de señalización espacio-ráfaga descrito en la anteriormente mencionada patente estadounidense nº 5.504.773. El codificador 72 entonces genera y agrega un conjunto de bits CRC, agrega un conjunto de bits de cola de código, codifica los bits de datos y agregados, y reorganiza los símbolos dentro de los datos codificados. Los datos intercalados se proporcionan al modulador 74 (MOD).

El modulador 74 puede implementarse en muchas realizaciones. En el modo de realización a modo de ejemplo (véase la FIG. 6), los datos intercalados se cubren con códigos Walsh, se ensanchan con un código PN largo, y se ensanchan adicionalmente con los códigos PN cortos. Los datos ensanchados se proporcionan a un transmisor en el terminal de entrada 62. El transmisor modula, filtra, amplifica y transmite la señal de enlace inverso por el aire, a través de la antena 46, sobre el enlace inverso 52.

En el modo de realización a modo de ejemplo, la estación móvil 6 ensancha los datos de enlace inverso según un código PN largo. Cada canal de enlace inverso se define según el desfase temporal de una secuencia PN larga común. En dos desfases distintos, las secuencias de modulación resultantes no están correlacionadas. El desfase de una estación móvil 6 se determina según una identificación numérica única de la estación móvil 6 que, en el modo de realización a modo de ejemplo de las estaciones móviles 6 de la norma IS-95, es el número de identificación específico de la estación móvil. Así, cada estación móvil 6 transmite sobre un canal de enlace inverso no correlacionado determinado según su número de serie electrónico único.

En la estación base 4, la señal de enlace inverso se recibe mediante la antena 46 y se proporciona a una unidad 44 RF. La unidad 44 RF filtra, amplifica, remodula y cuantifica la señal, y proporciona la señal digitalizada al elemento de canal 42. El elemento de canal 42 desensancha la señal digitalizada con los códigos PN cortos y el código PN largo. El elemento de canal 42 también lleva a cabo el descubrimiento del código Walsh y la extracción piloto y DRC. El elemento de canal 42 reorganiza entonces los datos desmodulados, decodifica los datos desintercalados y lleva a cabo la función de comprobación CRC. Los datos decodificados, por ejemplo los datos o mensaje, se proporcionan

al elemento selector 14. El elemento selector 14 encamina los datos y mensaje al destino apropiado. El elemento de canal 42 también puede reenviar un indicador de calidad al elemento selector 14 indicativo de la condición del paquete de datos recibido.

En el modo de realización a modo de ejemplo, la estación móvil 6 puede estar en uno de tres estados de funcionamiento. En la FIG. 9 se muestra un diagrama de estados a modo de ejemplo que muestra las transiciones entre los diversos estados de funcionamiento de la estación móvil 6. En el estado 902 de acceso, la estación móvil 6 envía pruebas de acceso y espera la asignación de canal por la estación base 4. La asignación de canal comprende una distribución de recursos, tal como la distribución de frecuencia y canal de control de potencia. La estación móvil 6 puede pasar del estado 902 de acceso al estado 904 conectado si se envía un mensaje por radio y se alerta a la estación móvil 6 de una transmisión de datos próxima, o si la estación móvil 6 transmite datos sobre el enlace inverso. En el estado 904 conectado, la estación móvil 6 intercambia (por ejemplo, transmite o recibe) datos y lleva a cabo operaciones de traspaso. Tras la finalización de un procedimiento de liberación, la estación móvil 6 pasa del estado 904 conectado al estado 906 desocupado. La estación móvil 6 también puede pasar del estado 902 de acceso al estado 906 desocupado tras ser expulsada de una conexión con la estación base 4. En el estado 906 desocupado, la estación móvil 6 escucha mensajes de sobrecarga y radiomensajería recibiendo y decodificando mensajes sobre el canal de control directo y lleva a cabo el procedimiento de traspaso desocupado. La estación móvil 6 puede pasar al estado 902 de acceso iniciando el procedimiento. El diagrama de estados mostrado en la FIG. 9 es sólo una definición de estados a modo de ejemplo que se muestran como ilustración. Otros diagramas de estados pueden utilizarse y entran en el alcance de la presente invención.

II. Transmisión de Datos mediante Enlace Directo

En el modo de realización a modo de ejemplo, el inicio de una comunicación entre una estación móvil 6 y una estación base 4 ocurre de forma similar a la del sistema CDMA. Tras la finalización del establecimiento de llamada, la estación móvil 6 monitoriza el canal de control para enviar mensajes por radio. Mientras está en el estado conectado, la estación móvil 6 comienza la transmisión de la señal piloto sobre el enlace inverso.

En la FIG. 5 se muestra un diagrama de flujo a modo de ejemplo de la transmisión de datos a alta velocidad mediante enlace directo de la presente invención. Si la estación base 4 tiene datos que transmitir a la estación móvil 6, la estación base 4 envía un mensaje por radio dirigido a la estación móvil 6 sobre el canal de control al bloque 502. El mensaje por radio puede enviarse desde una o múltiples estaciones base 4, dependiendo del estado de traspaso de la estación móvil 6. Tras la recepción del mensaje por radio, la estación móvil 6 inicia el proceso de medición C/I en el bloque 504. La relación C/I de la señal de enlace directo se calcula a partir de uno o de una combinación de procedimientos que se describen posteriormente. La estación móvil 6 selecciona entonces una velocidad de transferencia de datos solicitada basándose en la mejor medición C/I y transmite un mensaje DRC sobre el canal DRC en el bloque 506.

Dentro de la misma ranura de tiempo, la estación base 4 recibe el mensaje DRC en el bloque 508. Si la ranura de tiempo siguiente está disponible para la transmisión de datos, en el bloque 510 la estación base 4 transmite datos a la estación móvil 6 a la velocidad de transferencia de datos solicitada. La estación móvil 6 recibe la transmisión de datos en el bloque 512. Si la siguiente ranura de tiempo está disponible, la estación base 4 transmite el resto del paquete en el bloque 514 y la estación móvil 6 recibe la transmisión de datos en el bloque 516.

En la presente invención, la estación móvil 6 puede estar en comunicación con una o más estaciones base 4 simultáneamente. Las acciones adoptadas por la estación móvil 6 dependen de si la estación móvil 6 está o no en traspaso suave. Estos dos casos se describen por separado a continuación.

III. Caso de No Traspaso

En el caso de no traspaso, la estación móvil 6 se comunica con una estación base 4. Haciendo referencia a la FIG. 2, los datos destinados a una estación móvil 6 particular se proporcionan al elemento selector 14 que se ha asignado para controlar la comunicación con esa estación móvil 6. El elemento selector 14 reenvía los datos a la cola de datos 40 en la estación base 4. La estación base 4 pone en cola los datos y transmite un mensaje por radio sobre el canal de control. La estación base 4 monitoriza entonces el canal DRC de enlace inverso en busca de mensajes DRC desde la estación móvil 6. Si no se detecta ninguna señal en el canal DRC, la estación base 4 puede retransmitir el mensaje por radio hasta que se detecte el mensaje DRC. Después de un número predeterminado de intentos de retransmisión, la estación base 4 puede finalizar el proceso o reiniciar una llamada con la estación móvil 6.

En un ejemplo, la estación móvil 6 transmite la velocidad de transferencia de datos solicitada, en forma de un mensaje DRC, a la estación base 4 sobre el canal DRC. En otro ejemplo, la estación móvil 6 transmite una indicación de la calidad del canal de enlace directo (por ejemplo, la medición C/I) a la estación base 4. En el modo de realización a modo de ejemplo, el mensaje DRC de 3 bits se decodifica con decisiones continuas ("soft") mediante una estación base 4. En el modo de realización a modo de ejemplo, el mensaje DRC se transmite en la primera mitad de cada ranura de tiempo. La estación base 4 tiene entonces la mitad restante de la ranura de tiempo para decodificar el mensaje DRC y configurar el hardware para transmisión de datos en la siguiente ranura de

tiempo sucesiva, si esa ranura de tiempo está disponible para transmisión de datos a esta estación móvil 6. Si la siguiente ranura de tiempo sucesiva no está disponible, la estación base 4 espera hasta la siguiente ranura de tiempo disponible y continúa monitorizando el canal DRC en busca de los nuevos mensajes DRC.

En el primer ejemplo, la estación base 4 transmite a la velocidad de transferencia de datos solicitada. Este modo de realización otorga a estación móvil 6 la importante decisión de seleccionar la velocidad de transferencia de datos. El transmitir siempre a la velocidad de transferencia de datos solicitada tiene la ventaja de que la estación móvil 6 sabe qué velocidad de transferencia de datos esperar. De este modo, la estación móvil 6 sólo desmodula y decodifica el canal de tráfico según la velocidad de transferencia de datos solicitada. La estación base 4 no tiene que transmitir un mensaje a la estación móvil 6 que indique qué velocidad de transferencia de datos está utilizando la estación base 4.

En el primer ejemplo, después de la recepción del mensaje por radio, la estación móvil 6 intenta continuamente desmodular los datos a la velocidad de transferencia de datos solicitada. La estación móvil 6 desmodula el canal de tráfico directo y proporciona los símbolos de decisiones continuas ("soft") al decodificador. El decodificador decodifica los símbolos y lleva a cabo la verificación de trama sobre el paquete decodificado para determinar si el paquete se recibió correctamente. Si el paquete se recibió erróneamente o si el paquete se dirigió a otra estación móvil 6, la verificación de trama indicaría un error de paquete. Como alternativa, en el primer ejemplo, la estación móvil 6 desmodula los datos en un esquema ranura a ranura. En el ejemplo a modo de ejemplo, la estación móvil 6 puede determinar si una transmisión de datos está dirigida a ella basándose en un preámbulo que se incorpora en cada paquete de datos transmitido, como se describe posteriormente. Así, la estación móvil 6 puede finalizar el proceso de decodificación si se determina que la transmisión está dirigida a otra estación móvil 6. En cualquier caso, la estación móvil 6 transmite un mensaje de confirmación negativa (NACK) a la estación base 4 para confirmar la recepción incorrecta de las unidades de datos. Tras la recepción del mensaje NACK, la unidad de datos recibida erróneamente se retransmite.

La transmisión de los mensajes NACK puede implementarse de una manera similar a la transmisión del bit indicador de error (EIB) en el sistema CDMA. La implementación y utilización de la transmisión EIB se divulga en la patente estadounidenses nº 5.568.483, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR THE FORMATTING OF DATA FOR TRANSMISSION", transferida al cesionario de la presente invención. Como alternativa, el NACK puede transmitirse con mensajes.

En el segundo ejemplo, la velocidad de transferencia de datos se determina mediante la estación base 4 con la entrada desde la estación móvil 6. La estación móvil 6 lleva a cabo la medición C/I y transmite una indicación de la calidad del enlace (por ejemplo, la medición C/I) a la estación base 4. La estación base 4 puede ajustar la velocidad de transferencia de datos solicitada basándose en los recursos disponibles para la estación base 4, tales como el tamaño de la cola y la potencia de transmisión disponible. La velocidad de transferencia de datos ajustada puede transmitirse a la estación móvil 6 previa o simultáneamente a la transmisión de datos a la velocidad de transferencia de datos ajustada, o puede estar implícita en la codificación de los paquetes de datos. En el primer caso, en el que la estación móvil 6 recibe la velocidad de transferencia de datos ajustada antes de la transmisión de datos, la estación móvil 6 desmodula y decodifica el paquete recibido de la manera descrita en el primer modo de realización. En el segundo caso, en el que la velocidad de transferencia de datos ajustada se transmite a la estación móvil 6 simultáneamente a la transmisión de datos, la estación móvil 6 puede desmodular el canal de tráfico directo y almacenar los datos desmodulados. Tras la recepción de la velocidad de transferencia de datos ajustada, la estación móvil 6 decodifica los datos según la velocidad de transferencia de datos ajustada. Y en el tercer caso, en el que la velocidad de transferencia de datos ajustada está implícita en los paquetes de datos codificados, la estación móvil 6 desmodula y decodifica todas las velocidades de transferencia candidatas y determina a posteriori la tasa de transmisión para la selección de los datos decodificados. El procedimiento y aparato para llevar a cabo la determinación de la velocidad de transferencia se describen en detalle en la solicitud de patente estadounidense nº 08/730.863, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR DETERMINING THE RATE OF RECEIVED DATA IN VARIABLE RATE COMMUNICATION SYSTEM", presentada el 18 de octubre de 1996 y publicada el 30 de abril de 1998 con el nº de publicación WO 9818242 A1, transferida al cesionario de la presente invención. Para todos los casos descritos anteriormente, la estación móvil 6 transmite un mensaje NACK como se describe anteriormente si el resultado de la verificación de trama es negativo.

La discusión de aquí en adelante se basa en el primer ejemplo en el que la estación móvil 6 transmite a la estación base 4 el mensaje DRC indicativo de la velocidad de transferencia de datos solicitada, excepto si se indica de otra manera. Sin embargo, el concepto de la invención descrito en el presente documento es igualmente aplicable al segundo ejemplo en el que la estación móvil 6 transmite una indicación de la calidad del enlace a la estación base 4.

IV. Caso de Traspaso

En el caso de traspaso, la estación móvil 6 se comunica con múltiples estaciones base 4 sobre el enlace inverso. En el modo de realización a modo de ejemplo, la transmisión de datos sobre el enlace directo a una estación móvil 6 particular ocurre desde una estación base 4. Sin embargo, la estación móvil 6 puede recibir simultáneamente las señales piloto desde múltiples estaciones base 4. Si la medición C/I de una estación base 4 está por encima de un umbral predeterminado, la estación base 4 se añade al conjunto activo de la estación móvil 6. Durante el mensaje de

dirección de traspaso continuo, la nueva estación base 4 asigna la estación móvil 6 a un canal Walsh de control de potencia inverso (RPC) que se describe posteriormente. Cada estación base 4 en traspaso continuo con la estación móvil 6 monitoriza la transmisión de enlace inverso y envía un bit RPC sobre sus canales Walsh RPC respectivos.

Haciendo referencia a la FIG. 2, un elemento selector 14 asignado para controlar la comunicación con la estación móvil 6 reenvía los datos a todas las estaciones base 4 en el conjunto activo de la estación móvil 6. Todas las estaciones base 4 que reciben datos desde cada elemento selector 14 transmiten un mensaje por radio a la unidad móvil 6 sobre sus respectivos canales de control. Cuando la estación móvil 6 está en el estado conectado, la estación móvil 6 lleva a cabo dos funciones. En primer lugar, la estación móvil 6 selecciona la mejor estación base 4 basándose en un conjunto de parámetros que pueden ser la mejor medición C/I. La estación móvil 6 selecciona entonces una velocidad de transferencia de datos correspondiente a la medición C/I y transmite un mensaje DRC a la estación base 4 seleccionada. La estación móvil 6 puede ordenar la transmisión del mensaje DRC a una estación base 4 particular cubriendo el mensaje DRC con la cubierta Walsh asignada a esa estación base 4 particular. En segundo lugar, la estación móvil 6 intenta desmodular la señal de enlace directo según la velocidad de transferencia de datos solicitada en cada ranura de tiempo posterior.

Después de transmitir los mensajes por radio, todas las estaciones base 4 en el conjunto activo monitorizan el canal DRC en busca de un mensaje DRC de una estación móvil 6. De nuevo, debido a que el mensaje DRC está cubierto con un código Walsh, la estación base 4 seleccionada asignada con idéntica cubierta Walsh puede descubrir el mensaje DRC. Tras la recepción del mensaje DRC, la estación base 4 seleccionada transmite datos a la estación móvil 6 en las siguientes ranuras de tiempo disponibles.

En el modo de realización a modo de ejemplo, la estación base 4 transmite datos en paquetes, que comprenden una pluralidad de unidades de datos, a la velocidad de transferencia de datos solicitada a la estación móvil 6. Si las unidades de datos se reciben incorrectamente por la estación móvil 6, se transmite un mensaje NACK sobre los enlaces inversos a todas las estaciones base 4 en el conjunto activo. En el modo de realización a modo de ejemplo, el mensaje NACK se desmodula y decodifica por las estaciones base 4 y se reenvía al elemento selector 14 para su procesamiento. Tras el procesamiento del mensaje NACK, las unidades de datos se retransmiten utilizando el procedimiento como se describe anteriormente. En el modo de realización a modo de ejemplo, el elemento selector 14 combina las señales NACK recibidas desde todas las estaciones base 4 en un mensaje NACK y envía el mensaje NACK a todas las estaciones base 4 en el conjunto activo.

En el modo de realización a modo de ejemplo, la estación móvil 6 puede detectar cambios en la mejor medición C/I y solicita dinámicamente transmisiones de datos desde diferentes estaciones base 4 en cada ranura de tiempo para mejorar la eficacia. En el modo de realización a modo de ejemplo, ya que la transmisión de datos ocurre desde sólo una estación base 4 en cualquier ranura de tiempo dada, otras estaciones base 4 en el conjunto activo pueden no saber qué unidades de datos, si las hubiera, se han transmitido a la estación móvil 6. En el modo de realización a modo de ejemplo, la estación base 4 que está transmitiendo informa al elemento selector 14 de la transmisión de datos. El elemento selector 14 envía entonces un mensaje a todas las estaciones base 4 en el conjunto activo. En el modo de realización a modo de ejemplo, se presume que los datos transmitidos se han recibido correctamente por la estación móvil 6. Por lo tanto, si la estación móvil 6 solicita una transmisión de datos desde una estación base 4 diferente en el conjunto activo, la nueva estación base 4 transmite las unidades de datos restantes. En el modo de realización a modo de ejemplo, la nueva estación base 4 transmite según la última actualización de la transmisión desde el elemento selector 14. Alternativamente, la nueva estación base 4 selecciona las siguientes unidades de datos a transmitir utilizando esquemas predictivos basados en métricas tales como la tasa de transmisión media y actualizaciones previas del elemento selector 14. Estos mecanismos minimizan las retransmisiones duplicadas de las mismas unidades de datos por múltiples estaciones base 4 en diferentes ranuras de tiempo, lo que da como resultado una pérdida de eficacia. Si se ha recibido una transmisión previa erróneamente, las estaciones base 4 pueden retransmitir aquellas unidades de datos fuera de la secuencia ya que cada unidad de datos se identifica mediante un número de secuencia único, tal como se describe posteriormente. En el modo de realización a modo de ejemplo, si se crea un hueco (o unidades de datos no transmitidas) (por ejemplo, como resultado de un traspaso entre una estación base 4 a otra estación base 4), las unidades de datos perdidas se consideran como recibidas erróneamente. La estación móvil 6 transmite mensajes NACK correspondientes a las unidades de datos perdidas y estas unidades de datos se retransmiten.

En el modo de realización a modo de ejemplo, cada estación base 4 en el conjunto activo mantiene una cola de datos 40 independiente que contiene los datos que van a transmitirse a la estación móvil 6. La estación base 4 seleccionada transmite los datos existentes en su cola de datos 40 en orden secuencial, excepto para retransmisiones de unidades de datos recibidas erróneamente y mensajes de señalización. En el modo de realización a modo de ejemplo, las unidades de datos transmitidas se eliminan de la cola 40 después de la transmisión.

V. Otras Consideraciones para Transmisiones de Datos mediante Enlace Directo

Una consideración importante en el sistema de comunicación de datos de la presente invención es la exactitud de las estimaciones C/I con el fin de seleccionar la velocidad de transferencia de datos para futuras transmisiones. En

el modo de realización a modo de ejemplo, las mediciones C/I se llevan a cabo sobre las señales piloto durante el intervalo de tiempo cuando las estaciones base 4 transmiten señales piloto. En el modo de realización a modo de ejemplo, puesto que sólo las señales piloto se transmiten durante este intervalo de tiempo piloto, los efectos de trayectoria múltiple e interferencia son mínimos.

En otras implementaciones de la presente invención en las que las señales piloto se transmiten continuamente sobre un canal de código ortogonal, similar al de los sistemas IS-95, el efecto de trayectoria múltiple e interferencia puede distorsionar las mediciones C/I. Asimismo, cuando se lleva a cabo la medición C/I sobre las transmisiones de datos en lugar de sobre las señales piloto, la trayectoria múltiple y la interferencia también pueden degradar las mediciones C/I. En ambos casos, cuando una estación base 4 está transmitiendo a una estación móvil 6, la estación móvil 6 puede medir con exactitud la relación C/I sobre la señal de enlace directo ya que no están presentes otras señales de interferencia. Sin embargo, cuando la unidad móvil 6 no está en traspaso continuo y recibe las señales piloto desde múltiples estaciones base 4, la estación móvil 6 no puede discernir si las estaciones base 4 estaban transmitiendo datos o no. En el peor escenario, la estación móvil 6 puede medir una alta relación C/I en un primera ranura de tiempo, cuando ninguna estación base 4 estaba transmitiendo datos a ninguna estación móvil 6, y recibir la transmisión de datos en una segunda ranura de tiempo, cuando todas las estaciones base 4 están transmitiendo datos en la misma ranura de tiempo. La medición C/I en la primera ranura de tiempo, cuando todas las estaciones base 4 están desocupadas, da una falsa indicación de la calidad de la señal de enlace directo en la segunda ranura de tiempo ya que el estado del sistema de comunicación de datos ha cambiado. De hecho, la relación C/I real en la segunda ranura de tiempo puede degradarse hasta el punto de que no sea posible una decodificación fiable a la velocidad de transferencia de datos solicitada.

El escenario extremo opuesto se produce cuando una estimación C/I por una estación móvil 6 se basa en la interferencia máxima. Sin embargo, la transmisión real ocurre sólo cuando la estación base seleccionada está transmitiendo. En este caso, la estimación C/I y la velocidad de transferencia de datos seleccionada son conservadoras y la transmisión ocurre a una velocidad de transferencia más baja que la que podría decodificarse con fiabilidad, reduciéndose de este modo la eficacia de la transmisión.

En la implementación en la que la medición C/I se lleva a cabo sobre una señal piloto continua o sobre la señal de tráfico, la predicción de la relación C/I en la segunda ranura de tiempo basándose en la medición de la relación C/I en la primera ranura de tiempo puede hacerse más exacta mediante tres realizaciones. En la primera realización, las transmisiones de datos desde estaciones base 4 se controlan para que las estaciones base 4 no basculen constantemente entre los estados de transmisión y desocupado en ranuras de tiempo sucesivas. Esto puede conseguirse poniendo en cola datos suficientes (por ejemplo, un número predeterminado de bits de información) antes de la transmisión de datos real a estaciones móviles 6.

En el segundo modo de realización, cada estación base 4 transmite un bit de actividad directo (de aquí en adelante referido como el bit FAC) que indica si una transmisión ocurrirá en la media trama siguiente. La utilización del bit FAC se describe en detalle posteriormente. La estación móvil 6 lleva a cabo la medición C/I teniendo en cuenta el bit FAC recibido desde cada estación base 4.

En un ejemplo, que corresponde al esquema en el que se transmite una indicación de la calidad del enlace a la estación base 4 y que utiliza un esquema de planificación centralizado, la información de planificación que indica qué estaciones base 4 transmitieron datos en cada ranura de tiempo se pone a disposición del planificador de canal 48. El planificador de canal 48 recibe las mediciones C/I desde estaciones móviles 6 y puede ajustar las mediciones C/I basándose en su conocimiento de la presencia o ausencia de una transmisión de datos desde cada estación base 4 en el sistema de comunicación de datos. Por ejemplo, la estación móvil 6 puede medir la relación C/I en la primera ranura de tiempo cuando ninguna estación base 4 adyacente está transmitiendo. La relación C/I medida se proporciona al planificador de canal 48. El planificador de canal 48 sabe que ninguna estación base 4 adyacente transmitió datos en la primera ranura de tiempo ya que ninguna estaba planificada por el planificador de canal 48. En la planificación de la transmisión de datos en la segunda ranura de tiempo, el planificador de canal 48 sabe si una o más estaciones base 4 adyacentes transmitirán datos. El planificador de canal 48 puede ajustar la relación C/I medida en la primera ranura de tiempo para tener en cuenta la interferencia adicional que la estación móvil 6 recibirá en la segunda ranura de tiempo debido a las transmisiones de datos por las estaciones base 4 adyacentes. Alternativamente, si se mide la relación C/I en la primera ranura de tiempo cuando las estaciones base 4 adyacentes están transmitiendo y esas estaciones base 4 adyacentes no están transmitiendo en la segunda ranura de tiempo, el planificador de canal 48 puede ajustar la medición C/I para tener en cuenta la información adicional.

Otra consideración importante es minimizar las transmisiones redundantes. Las retransmisiones redundantes pueden ser resultado de permitir a la estación móvil 6 seleccionar una transmisión de datos desde estaciones base 4 diferentes en ranuras de tiempo sucesivas. La mejor medición C/I puede bascular entre dos o más estaciones base 4 sobre ranuras de tiempo sucesivas si la estación móvil 6 mide una relación C/I aproximadamente igual para estas estaciones base 4. El basculamiento puede deberse a desviaciones en las mediciones C/I y/o a cambios en la condición de canal. Una transmisión de datos mediante estaciones base 4 diferentes en ranuras de tiempo sucesivas puede dar como resultado una pérdida de la eficiencia.

El problema del basculamiento puede abordarse mediante la utilización de histéresis. La histéresis puede implementarse con un esquema de nivel de señal, un esquema de tiempo o una combinación de esquemas de nivel de señal y tiempo. En el esquema de nivel de señal a modo de ejemplo, no se selecciona la mejor medición C/I de una estación base 4 diferente en el conjunto activo a menos que supere la medición C/I de la estación base 4 que está transmitiendo actualmente por al menos la cantidad de histéresis. Como un ejemplo, se supone que la histéresis es de 1,0 dB y que la medición C/I de la primera estación base 4 es de 3,5 dB y la medición C/I de la segunda estación base 4 es de 3,0 dB en la primera ranura de tiempo. En la siguiente ranura de tiempo, no se selecciona la segunda estación base 4 a menos que su medición C/I sea al menos 1,0 dB mayor que la de la primera estación base 4. De ese modo, si la medición C/I de la primera estación base 4 es todavía de 3,5 dB en la ranura de tiempo siguiente, no se selecciona la segunda estación base 4 a menos que su medición C/I sea de al menos 4,5 dB.

En el esquema de tiempo a modo de ejemplo, la estación base 4 transmite paquetes de datos a la estación móvil 6 para un número predeterminado de ranuras de tiempo. No se permite a la estación móvil 6 seleccionar una estación base 4 que está transmitiendo diferente dentro del número predeterminado de ranuras de tiempo. La estación móvil 6 continúa midiendo la relación C/I de la estación base 4 que está transmitiendo actual en cada ranura de tiempo y selecciona la velocidad de transferencia de datos en respuesta a la medición C/I.

Otra importante consideración más es la eficacia de la transmisión de datos. Haciendo referencia a las FIGS. 4E y 4F, cada formato 410 y 430 de paquetes de datos contiene bits de datos y de sobrecarga. En el modo de realización a modo de ejemplo, el número de bits suplementarios se fija para todas las velocidades de transferencia de datos. En la velocidad de transferencia de datos más alta, el porcentaje de sobrecarga es pequeño en relación al tamaño del paquete y la eficacia es alta. A velocidades de transferencia de datos más bajas, los bits de sobrecarga pueden comprender un mayor porcentaje del paquete. La ineficacia a las velocidades de transferencia de datos más bajas puede mejorarse transmitiendo paquetes de datos de longitud variable a la estación móvil 6. Los paquetes de datos de longitud variable pueden dividirse y transmitirse a la estación móvil 6 sobre múltiples ranuras de tiempo. Preferiblemente, los paquetes de datos de longitud variable se transmiten a la estación móvil 6 sobre ranuras de tiempos sucesivas para simplificar el procesamiento. La presente invención está dirigida a la utilización de diversos tamaños de paquete para diversas velocidades de transferencia de datos soportadas para mejorar la eficacia de la transmisión global.

VI. Arquitectura de Enlace Directo

En el modo de realización a modo de ejemplo, la estación base 4 transmite a la máxima potencia disponible para la estación base 4 y a la velocidad de transferencia de datos máxima soportada por el sistema de comunicación de datos hacia una única estación móvil 6 en cualquier ranura dada. La velocidad de transferencia de datos máxima que puede soportarse es dinámica y depende de la relación C/I de la señal de enlace directo medida por la estación móvil 6. Preferiblemente, la estación base 4 transmite sólo a una estación móvil 6 en cualquier ranura de tiempo dada.

Para facilitar la transmisión de datos, el enlace directo comprende cuatro canales multiplexados en tiempo: el canal piloto, el canal de control de potencia, el canal de control y el canal de tráfico. La función e implementación de cada uno de estos canales se describe a continuación. En el modo de realización a modo de ejemplo, los canales de tráfico y de control de potencia comprenden cada uno un número de canales Walsh ensanchados ortogonalmente. En la presente invención, el canal de tráfico se usa para transmitir datos de tráfico y mensajes de radiomensajería a las estaciones móviles 6. Cuando se usa para transmitir mensajes de radiomensajería, el canal de tráfico también se denomina como canal de control en esta memoria descriptiva.

En el modo de realización a modo de ejemplo, el ancho de banda del enlace directo se selecciona para que sea de 1,2288 MHz. Esta selección del ancho de banda permite el uso de componentes de hardware existentes designados para un sistema CDMA que es compatible con la norma IS-95. Sin embargo, el sistema de comunicación de datos de la presente invención puede adoptarse para usarse con diferentes anchos de banda para mejorar la capacidad y/o para adecuarse a los requisitos del sistema. Por ejemplo, un ancho de banda de 5 MHz puede utilizarse para aumentar la capacidad. Además, los anchos de banda del enlace directo y el enlace inverso pueden ser diferentes (por ejemplo, 5 MHz de ancho de banda para el enlace directo y 1,2288 MHz de ancho de banda para el enlace inverso) para ajustar con mayor precisión la capacidad del enlace a la demanda.

En el modo de realización a modo de ejemplo, los códigos PN_i y PN_Q cortos son los mismos códigos 2¹⁵ PN de longitud que se especifican en la norma IS-95. A la velocidad de transferencia de elementos de código de 1,2288 MHz, las secuencias PN cortas se repiten cada 26,67 ms {26,67 ms = 2¹⁵ / 1,2288x10⁶}. En el modo de realización a modo de ejemplo, los mismos códigos PN cortos se usan por todas las estaciones base 4 dentro del sistema de comunicación de datos. Sin embargo, cada estación base 4 está identificada por un desplazamiento único de las secuencias PN cortas básicas. En el modo de realización a modo de ejemplo, el desplazamiento es en incrementos de 64 elementos de código. Otro ancho de banda y códigos PN pueden utilizarse y entran dentro del alcance de la presente invención.

VII. Canal de Tráfico del Enlace Directo

En la FIG. 3A se muestra un diagrama de bloques de la arquitectura de enlace directo a modo de ejemplo de la presente invención. Los datos se dividen en paquetes de datos y se proporcionan al codificador 112 CRC. Para cada paquete de datos, el codificador 112 CRC genera bits de comprobación de trama (por ejemplo, los bits de paridad CRC) e inserta los bits de cola de código. El paquete formateado del codificador 122 CRC comprende los datos, los bits de comprobación de trama y de cola de código, y otros bits de sobrecarga que se describen más adelante. El paquete formateado se proporciona al codificador 114 que, en esta realización a modo de ejemplo, codifica el paquete según el formato de codificación descrito en la solicitud de patente estadounidense, nº de serie 08/743.688 anteriormente mencionada. También pueden usarse otros formatos de codificación y entran dentro del alcance de la presente invención. El paquete codificado del codificador 114 se proporciona al intercalador 116 que reordena los símbolos de código en el paquete. El paquete intercalado se proporciona al elemento de segmentación de trama 118 que elimina una fracción del paquete de una manera descrita más adelante. El paquete segmentado se proporciona al multiplicador 120 que cifra los datos con la secuencia de cifrado del cifrador 122. El elemento de segmentación 118 y el cifrador 122 se describen más detalladamente más adelante. La salida del multiplicador 120 comprende el paquete cifrado.

El paquete cifrado se proporciona a un controlador 130 de velocidad de transmisión variable que desmultiplexa el paquete en K canales en cuadratura y en fase paralelos, siendo K dependiente de la velocidad de transferencia de datos. En el modo de realización a modo de ejemplo, el paquete cifrado se desmultiplexa en primer lugar en los flujos en cuadratura (Q) y en fase (I). En el modo de realización a modo de ejemplo, el flujo I comprende símbolos indexados pares y el flujo Q comprende símbolos indexados impares. Cada flujo se desmultiplexa adicionalmente en K canales paralelos de modo que la velocidad de símbolos de cada canal es fija para todas las velocidades de transferencia de datos. Los K canales de cada flujo se proporcionan a un elemento 132 de cobertura Walsh que cubre cada canal con una función Walsh para proporcionar canales ortogonales. Los datos de canal ortogonal se proporcionan al elemento 134 de ganancia que ajusta a escala los datos para mantener una energía total por elemento de código constante (y por tanto una potencia de salida constante) para todas las velocidades de transferencia de datos. Los datos ajustados a escala del elemento de ganancia 134 se proporcionan a un multiplexador (MUX) 160 que multiplexa los datos con el preámbulo. El preámbulo se comenta más detalladamente más adelante. La salida del MUX 160 se proporciona a un multiplexador (MUX) 162 que multiplexa los datos de tráfico, los bits de control de potencia, y los datos piloto. La salida del MUX 162 comprende los canales I Walsh y los canales Q Walsh.

Un diagrama de bloques del modulador a modo de ejemplo utilizado para modular los datos se ilustra en la FIG. 3B. Los canales I Walsh y los canales Q Walsh se proporcionan a sumadores 212a y 212b, respectivamente, que suman los K canales Walsh para proporcionar las señales I_{sum} y Q_{sum} , respectivamente. Las señales I_{sum} y Q_{sum} se proporcionan al multiplicador complejo 214. El multiplicador complejo 214 también recibe las señales PN_I y PN_Q desde los multiplicadores 236a y 236b, respectivamente, y multiplica las dos entradas complejas según la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} (I_{mult} + jQ_{mult}) &= (I_{sum} + jQ_{sum}) \cdot (PN_I + jPN_Q) \\ &= (I_{sum} \cdot PN_I - Q_{sum} \cdot PN_Q) + j(I_{sum} \cdot PN_Q + Q_{sum} \cdot PN_I) \end{aligned} \quad (2)$$

en la que I_{mult} y Q_{mult} son las salidas del multiplicador complejo 214 y j es la representación compleja. Las señales I_{mult} y Q_{mult} se proporcionan a filtros 216a y 216b, respectivamente, que filtran las señales. Las señales filtradas de los filtros 216a y 216b se proporcionan a multiplicadores 218a y 218b, respectivamente, que multiplican las señales por la senoide en fase $\cos(w_c t)$ y la senoide en cuadratura $\sin(w_c t)$, respectivamente. Las señales I moduladas y Q moduladas se proporcionan a un sumador 220 que suma las señales para proporcionar la forma de onda S(t) modulada directa.

En el modo de realización a modo de ejemplo, el paquete de datos se ensancha con el código PN largo y los códigos PN cortos. El código PN largo cifra el paquete de modo que sólo la estación móvil 6 a la que está destinado el paquete puede descifrar el paquete. En el modo de realización a modo de ejemplo, los bits de control de potencia y piloto y el paquete del canal de control se ensanchan con los códigos PN cortos pero no con el código PN largo para permitir que todas las estaciones móviles 6 reciban estos bits. La secuencia PN larga se genera por el generador 232 de código largo y se proporciona al multiplexador (MUX) 234. La máscara PN larga determina el desplazamiento de la secuencia PN larga y se asigna de manera unívoca a la estación móvil 6 de destino. La salida del MUX 234 es la secuencia PN larga durante la parte de datos de la transmisión y cero en otros casos (por ejemplo, durante la parte piloto y de control de potencia). La secuencia PN larga abierta del MUX 234 y las secuencias PN_I y PN_Q cortas del generador 238 de código corto se proporcionan a multiplicadores 236a y 236b, respectivamente, que multiplican los dos conjuntos de secuencias para formar las señales PN_I y PN_Q, respectivamente. Las señales PN_I y PN_Q se proporcionan al multiplicador complejo 214.

El diagrama de bloques de un canal de tráfico a modo de ejemplo mostrado en las FIGS. 3A y 3B es una de las numerosas arquitecturas que soportan la modulación y codificación de datos sobre el enlace directo. Otras arquitecturas, tales como la arquitectura para el canal de tráfico del enlace directo en el sistema CDMA que es compatible con la norma IS-95, también pueden utilizarse y se encuentran dentro del alcance de la presente invención.

En el modo de realización a modo de ejemplo que no forma parte de la invención, las velocidades de transferencia de datos soportadas por las estaciones base 4 están predeterminadas y cada velocidad de transferencia de datos soportada se asigna a un índice de velocidad de transferencia único. La estación móvil 6 selecciona una de las velocidades de transferencia de datos soportada basándose en la medición de la relación C/I. Puesto que la velocidad de transferencia de datos solicitada necesita enviarse a una estación base 4 para ordenar a esa estación base 4 que transmita datos a la velocidad de transferencia de datos solicitada, se lleva a cabo un intercambio entre el número de velocidades de datos soportadas y el número de bits necesarios para identificar la velocidad de transferencia de datos solicitada. En el modo de realización a modo de ejemplo, el número de velocidades de transferencia de datos soportadas es siete y se usa un índice de velocidad de transferencia de 3 bits para identificar la velocidad de transferencia de datos solicitada. Una definición a modo de ejemplo de las velocidades de transferencia de datos soportadas se ilustra en la Tabla 1. Pueden concebirse diferentes definiciones de las velocidades de transferencia de datos soportadas y entran dentro del alcance de la presente invención.

En el modo de realización a modo de ejemplo, la velocidad de transferencia de datos mínima es de 38,4 Kbps y la velocidad de transferencia de datos máxima es de 2,4576 Mbps. La velocidad de transferencia de datos mínima se selecciona basándose en el peor caso de medición de la relación C/I en el sistema, la ganancia de procesamiento del sistema, el diseño de los códigos de corrección de errores, y el nivel de rendimiento deseado. En el modo de realización a modo de ejemplo, las velocidades de transferencia de datos soportadas se escogen de tal manera que la diferencia entre velocidades de transferencia de datos sucesivas soportadas es de 3 dB. El incremento de 3 dB es un punto intermedio entre diversos factores que incluyen la precisión de la medición de la relación C/I que puede conseguirse por la estación móvil 6, las pérdidas (o ineficacias) que se derivan de la cuantificación de las velocidades de transferencia de datos basándose en la medición de la relación C/I, y el número de bits (o velocidad de transferencia de bits) necesarios para transmitir la velocidad de transferencia de datos solicitada desde la estación móvil 6 a la estación base 4. Más velocidades de transferencia de datos soportadas requieren más bits para identificar la velocidad de transferencia de datos solicitada pero permite un uso más eficiente del enlace directo debido al menor error de cuantificación entre la velocidad de transferencia de datos máxima calculada y la velocidad de transferencia de datos soportada. La presente invención se dirige al uso de cualquier número de velocidades de transferencia de datos soportadas y otras velocidades de transferencia de datos aparte de las indicadas en la Tabla 1.

TABLA 1 - Parámetros de Canal de Tráfico

Parámetro	Velocidades de transferencia de datos							Unidades
	38,4	76,8	153,6	307,2	614,4	1228,8	2457,6	Kbps
Bit de datos / paquete	1024	1024	1024	1024	1024	2048	2048	bits
Longitud de paquete	26,67	13,33	6,67	3,33	1,67	1,67	0,83	ms
Ranuras / paquete	16	8	4	2	1	1	0,5	ranuras
Paquete / transmisión	1	1	1	1	1	1	2	paquetes
Ranuras / transmisión	16	8	4	2	1	1	1	ranuras
Velocidad de transferencia de símbolos Walsh	153,6	307,2	614,4	1228,8	2457,6	2457,6	4915,2	Ksps
Canal Walsh / fase QPSK	1	2	4	8	16	16	16	canales
Velocidad de transferencia del modulador	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8 ¹	ksps
Elementos de código PN / bit de datos	32	16	8	4	2	1	0,5	elementos de código / bit
Velocidad de transferencia de elementos de código PN	1228,8	1228,8	1228,8	1228,8	1228,8	1228,8	1228,8	Kcps
Formato de modulación	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QAM ¹	
Índice de velocidad de transferencia	0	1	2	3	4	5	6	

Nota: (1) modulación 16-QAM

Un diagrama de la estructura de trama del enlace directo a modo de ejemplo de la presente invención se ilustra en la FIG. 4A. La transmisión del canal de tráfico se divide en tramas que, en el modo de realización a modo de ejemplo, se definen como la longitud de las secuencias PN cortas o 26,67 ms. Cada trama puede llevar información del canal de control direccionada a todas las estaciones móviles 6 (trama de canal de control), datos de tráfico direccionados a una estación móvil 6 particular (trama de tráfico), o puede estar vacía (trama desocupada). El contenido de cada trama se determina por la planificación llevada a cabo por la estación base 4 transmisora. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada trama comprende 16 ranuras de tiempo, teniendo cada ranura de tiempo una duración de 1,667 ms. Una ranura de tiempo de 1,667 ms es adecuada para permitir a la estación móvil 6 realizar la medición de la relación C/I de la señal de enlace directo. Una ranura de tiempo de 1,667 ms también representa una cantidad de tiempo suficiente para la transmisión eficaz de datos de paquetes. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada ranura de tiempo se divide adicionalmente en cuatro cuartos de ranura.

En la presente invención, cada paquete de datos se transmite sobre una o más ranuras de tiempo tal como se muestra en la Tabla 1. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada paquete de datos de enlace directo comprende 1024 ó 2048 bits. Por tanto, el número de ranuras de tiempo necesarias para transmitir cada paquete de datos depende de la velocidad de transferencia de datos y varía desde 16 ranuras de tiempo para la velocidad de transferencia de 38,4 Kbps hasta 1 ranura de tiempo para la velocidad de transferencia de 1,2288 Mbps y superiores.

Un diagrama a modo de ejemplo de la estructura de ranura de enlace directo de la presente invención se muestra en la FIG. 4B. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada ranura comprende tres de los cuatro canales multiplexados en tiempo, el canal de tráfico, el canal de control, el canal piloto, y el canal de control de potencia. En el modo de realización a modo de ejemplo, los canales piloto y de control de potencia se transmiten en dos ráfagas piloto y de control de potencia que se sitúan en las mismas posiciones en cada ranura de tiempo. Las ráfagas piloto y de control de potencia se describen detalladamente más adelante.

En el modo de realización a modo de ejemplo, el paquete intercalado del intercalador 116 se segmenta para alojar las ráfagas piloto y de control de potencia ráfagas. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada paquete intercalado comprende 4096 símbolos de código y los primeros 512 símbolos de código se segmentan, tal como se muestra en la FIG. 4D. El resto de símbolos de código se desfasan en el tiempo para alinearse con los intervalos de transmisión de canal de tráfico.

Los símbolos de código segmentados se cifran para aleatorizar los datos antes de aplicar la cubierta Walsh ortogonal. La aleatorización limita la envolvente pico-frente-a-media en la forma de onda $S(t)$ modulada. La secuencia de cifrado puede generarse con un registro de desplazamiento de retroalimentación lineal, de una manera conocida en la técnica. En el modo de realización a modo de ejemplo, el cifrador 122 se carga con el estado LC al inicio de cada ranura. En el modo de realización a modo de ejemplo, el reloj del cifrador 122 está sincronizado con el reloj del intercalador 116 pero se para durante las ráfagas piloto y de control de potencia.

En el modo de realización a modo de ejemplo, los canales Walsh directos (para el canal de tráfico y el canal de control de potencia) se ensanchan ortogonalmente con cubiertas Walsh de 16 bits a la velocidad de transferencia de elementos de código fija de 1,2288 Mcps. El número de canales K ortogonales paralelos por señal en fase y en cuadratura es una función de la velocidad de transferencia de datos, tal como se muestra en la Tabla 1. En el modo de realización a modo de ejemplo, para velocidades de transferencia de datos inferiores, las cubiertas Walsh en fase y en cuadratura se escogen para ser conjuntos ortogonales para minimizar la interferencia para los errores de estimación de fase del demodulador. Por ejemplo, para 16 canales Walsh, una asignación Walsh a modo de ejemplo es de W_0 a W_7 para la señal en fase y de W_8 a W_{15} para la señal en cuadratura.

En el modo de realización a modo de ejemplo, se usa la modulación QPSK para velocidades de transferencia de datos de 1,2288 Mbps e inferiores. Para la modulación QPSK, cada canal Walsh comprende un bit. En el modo de realización a modo de ejemplo, a la mayor velocidad de transferencia de datos de 2,4576 Mbps, se usa 16-QAM y los datos cifrados se desmultiplexan en 32 flujos paralelos que tienen cada uno 2 bits de anchura, 16 flujos paralelos para la señal en fase y 16 flujos paralelos para la señal en cuadratura. En el modo de realización a modo de ejemplo, el LSB (bit menos significativo) de cada símbolo de 2 bits es la salida de símbolo más temprana desde el intercalador 116. En el modo de realización a modo de ejemplo, las entradas de modulación QAM de (0, 1, 3, 2) se correlacionan con valores de modulación de (+3, +1, -1, -3), respectivamente. El uso de otros esquemas de modulación, tales como modulación por desplazamiento de fase m-aria PSK, puede contemplarse y entra dentro del alcance de la presente invención.

Los canales Walsh en fase y en cuadratura se ajustan a escala antes de la modulación para mantener una potencia de transmisión total constante que es independiente de la velocidad de transferencia de datos. Los ajustes de ganancia se normalizan en una referencia de unidad equivalente a BPSK no modulada. Las ganancias G de canal normalizadas como una función del número de canales Walsh (o velocidad de transferencia de datos) se muestran en la Tabla 2. También se indica en la Tabla 2 la potencia media por canal Walsh (en fase o en cuadratura) de manera que la potencia total normalizada es igual a la unidad. Obsérvese que la ganancia de canal para 16-QAM explica el hecho de que la energía normalizada por elemento de código Walsh es 1 para QPSK y 5 para 16-QAM.

TABLA 2 - Ganancias Canal de Tráfico Canal Ortogonal

Velocidad de transferencia de datos (Kbps)	Duración de segmentación			
	Número de Canales Walsh K	Modulación	Ganancia G de Canal Walsh	Potencia Media por Canal P_k
38,4	1	QPSK	$1/\sqrt{2}$	1/2
76,8	2	QPSK	1/2	1/4
153,6	4	QPSK	$1/2\sqrt{2}$	1/8
307,2	8	QPSK	1/4	1/16
614,4	16	QPSK	$1/4\sqrt{2}$	1/32
1228,8	16	QPSK	$1/4\sqrt{2}$	1/32
2457,6	16	16-QAM	$1/4\sqrt{10}$	1/32

En la presente invención, se segmenta un preámbulo en cada trama de tráfico para ayudar a la estación móvil 6 en la sincronización con la primera ranura de cada transmisión de velocidad de transferencia variable. En el modo de realización a modo de ejemplo, el preámbulo es una secuencia de todo ceros que, para una trama de tráfico, se ensancha con el código PN largo pero que, para una trama de canal de control, no se ensancha con el código PN largo. En el modo de realización a modo de ejemplo, el preámbulo es BPSK no modulado que se ensancha ortogonalmente con una cubierta W_1 Walsh. El uso de un único canal ortogonal minimiza la envolvente pico frente a media. Además, el uso de una cubierta W_1 no cero minimiza la detección piloto falsa puesto que, para tramas de tráfico, el piloto se ensancha con una cubierta W_0 Walsh y tanto el piloto como el preámbulo no se ensanchan con el código PN largo.

El preámbulo se multiplexa en el flujo del canal de tráfico al inicio del paquete durante un periodo que es una función de la velocidad de transferencia de datos. La longitud del preámbulo es tal que la sobrecarga del preámbulo es aproximadamente constante para todas las velocidad de transferencias de datos al tiempo que se minimiza la probabilidad de una falsa detección. Un resumen del preámbulo en función de las velocidades de transferencia de datos se muestra en la Tabla 3. Obsérvese que el preámbulo comprende un 3,1 por ciento o menos de un paquete de datos.

TABLA 3 - Parámetros de Preámbulo

Velocidad de transferencia de datos (Kbps)	Duración de la Segmentación del Preámbulo		
	Símbolos Walsh	Elementos de código PN	Sobrecarga
38,4	32	512	1,6 %
76,8	16	256	1,6 %
153,6	8	128	1,6 %
307,2	4	64	1,6 %
614,4	3	48	2,3 %
1228,8	4	64	3,1 %
2457,6	2	32	3,1 %

VIII. Formato de Trama de Tráfico de Enlace Directo

En el modo de realización a modo de ejemplo, cada paquete de datos está formateado mediante las adiciones de bits de comprobación de trama, bits de cola de código, y otros campos de control. En la presente memoria descriptiva, un octeto se define como 8 bits de información y una unidad de datos es un único octeto y comprende 8 bits de información.

En el modo de realización a modo de ejemplo, el enlace directo soporta dos formatos de paquete de datos que se ilustran en las FIGS. 4E y 4F. El formato de paquete 410 comprende cinco campos y el formato de paquete 430 comprende nueve campos. El formato de paquete 410 se usa cuando el paquete de datos que debe transmitirse a la estación móvil 6 contiene suficientes datos para llenar completamente todos los octetos disponibles en el campo DATOS 418. Si la cantidad de datos que deben transmitirse es inferior a los octetos disponibles en el campo DATOS 418, se usa el formato de paquete 430. Los octetos no utilizados se rellenan con todo ceros y se designan como campo 446 RELLENO.

En el modo de realización a modo de ejemplo, los campos 412 y 432 de secuencia de comprobación de trama (FCS) contienen los bits de paridad CRC que se generan por el generador 112 CRC (véase la FIG. 3A) según un generador de polinomios predeterminado. En el modo de realización a modo de ejemplo, el polinomio CRC es $g(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$, aunque puede usarse otros polinomios y entran dentro del alcance de la presente invención. En el modo de realización a modo de ejemplo, los bits CRC se calculan sobre los campos FMT, SEQ, LEN, DATOS, y RELLENO. Esto proporciona una detección de errores en todos los bits, salvo en los bits de cola de código en los campos COLA 420 y 448, transmitidos sobre el canal de tráfico sobre el enlace directo. En el modo de realización alternativo, los bits CRC se calculan sólo sobre el campo DATOS. En el modo de realización a modo de ejemplo, los campos 412 y 432 FCS contienen 16 bits de paridad CRC, aunque pueden usarse otros generadores CRC que proporcionan un número diferente de bits de paridad y entran dentro del alcance de la presente invención. Aunque los campos 412 y 432 FCS de la presente invención se han descrito en el contexto de los bits de paridad CRC, pueden usarse otras secuencias de comprobación de trama y entran dentro del alcance de la presente invención. Por ejemplo, puede calcularse una suma de comprobación para el paquete y proporcionarse al campo FCS.

En el modo de realización a modo de ejemplo, los campos 414 y 434 de formato de trama (FMT) contienen un bit de control que indica si la trama de datos sólo contiene octetos de datos (formato de paquete 410) u octetos de datos y relleno y cero o más mensajes (formato de paquete 430). En el modo de realización a modo de ejemplo, un valor bajo para un campo 414 FMT corresponde al formato de paquete 410. Alternativamente, un valor alto para el campo 434 FMT corresponde al formato de paquete 430.

Los campos 416 y 442 de número de secuencia (SEQ) identifican la primera unidad de datos en los campos 418 y 444 de datos, respectivamente. El número de secuencia permite que los datos se transmitan fuera de la secuencia a la estación móvil 6, por ejemplo, para la retransmisión de paquetes que se han recibido erróneamente. La asignación del número de secuencia al nivel de la unidad de datos elimina la necesidad de un protocolo de fragmentación de trama para la retransmisión. El número de secuencia también permite que la estación móvil 6 pueda detectar unidades de datos duplicadas. Al recibir los campos FMT, SEQ, y LEN, la estación móvil 6 puede determinar qué unidades de datos se han recibido en cada ranura de tiempo sin usar mensajes de señalización especiales.

El número de bits asignados para representar el número de secuencia depende del número máximo de unidades de datos que pueden transmitirse en una ranura de tiempo y el peor caso de retardos de retransmisión de datos. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada unidad de datos se identifica mediante un número de secuencia de 24 bits. A la velocidad de transferencia de datos de 2,4576 Mbps, el número máximo de unidades de datos que pueden transmitirse en cada ranura es de aproximadamente 256. Se necesitan ocho bits para identificar cada una de las unidades de datos. Además, puede calcularse que el peor caso de retardos de retransmisión de datos es inferior 500 ms. Los retardos de retransmisión incluyen el tiempo necesario para un mensaje NACK por la estación móvil 6, retransmisión de los datos, y el número de intentos de retransmisión provocados por el peor caso de ciclos de errores de ráfaga. Por lo tanto, 24 bits permiten a la estación móvil 6 identificar adecuadamente a las unidades de datos que se reciben sin ambigüedad. El número de bits en los campos SEQ 416 y 442 puede aumentarse o disminuirse, dependiendo del tamaño del campo DATOS 418 y los retardos de retransmisión. El uso de diferentes números de bits para los campos SEQ 416 y 442 se encuentra dentro del alcance de la presente invención.

Cuando la estación base 4 tiene menos datos para transmitir a la estación móvil 6 que el espacio disponible en el campo DATOS 418, se usa el formato de paquete 430. El formato de paquete 430 permite a la estación base 4 transmitir cualquier número de unidades de datos, hasta el número máximo de unidades de datos disponibles, a la estación móvil 6. En el modo de realización a modo de ejemplo, un valor alto para el campo 434 FMT indica que la estación base 4 está transmitiendo en el formato de paquete 430. En el formato de paquete 430, el campo 440 LEN contiene el valor del número de unidades de datos que están transmitiéndose en ese paquete. En el modo de realización a modo de ejemplo, el campo 440 LEN tiene una longitud de 8 bits ya que el campo DATOS 444 puede variar de 0 a 255 octetos.

Los campos DATOS 418 y 444 contienen los datos que han de transmitirse a la estación móvil 6. En el modo de realización a modo de ejemplo, para el formato de paquete 410, cada paquete de datos comprende 1024 bits de los cuales 992 son bits de datos. Sin embargo, pueden usarse paquetes de datos de longitud variable para aumentar el número de bits de información y entran dentro del alcance de la presente invención. Para el formato de paquete 430, el tamaño del campo DATOS 444 se determina por el campo 440 LEN.

En el modo de realización a modo de ejemplo, el formato de paquete 430 puede usarse para transmitir cero o más mensajes de señalización. El campo 436 de longitud de señalización (SIG LEN) contiene la longitud de los posteriores mensajes de señalización, en octetos. En el modo de realización a modo de ejemplo, el campo SIG LEN 436 tiene una longitud de 8 bits. El campo SEÑALIZACIÓN 438 contiene los mensajes de señalización. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada mensaje de señalización comprende un campo de identificación de mensaje (MENSAJE ID), un campo (LEN) de longitud de mensaje, y una carga útil del mensaje, tal como se describe más adelante.

El campo 446 RELLENO contiene octetos de relleno que, en el modo de realización a modo de ejemplo, se fijan en 0x00 (hex). Se usa el campo RELLENO 446 porque la estación base 4 puede tener menos octetos de datos para transmitir a la estación móvil 6 que el número de octetos disponibles en el campo DATOS 418. Cuando esto ocurre, el campo 446 RELLENO contiene suficientes octetos de relleno para llenar el campo de datos no utilizado. El campo 446 RELLENO tiene una longitud variable y depende de la longitud del campo DATOS 444.

El último campo de los formatos 410 y 430 de paquete es el campo 420 y 448 COLA, respectivamente. Los campos COLA 420 y 448 contienen los bits de cola de código cero (0 x 0) que se usan para forzar al codificador 114 (véase la FIG. 3A) en un estado conocido al final de cada paquete de datos. Los bits de cola de código permiten al codificador 114 dividir de forma sucinta el paquete de modo que sólo se usan los bits para un paquete en el proceso de codificación. Los bits de cola de código también permiten al decodificador en la estación móvil 6 determinar los límites del paquete durante el proceso de decodificación. El número de bits en los campos COLA 420 y 448 depende del diseño del codificador 114. En el modo de realización a modo de ejemplo, los campos COLA 420 y 448 son suficientemente largos para forzar al codificador 114 a un estado conocido.

Los dos formatos de paquete descritos anteriormente son formatos a modo de ejemplo que pueden usarse para facilitar la transmisión de datos y mensajes de señalización. Pueden crearse otros diversos formatos de paquete para satisfacer las necesidades de un sistema de comunicación particular. Además, un sistema de comunicación puede diseñarse para adaptarse a más de los dos formatos de paquete descritos anteriormente.

IX. Trama de Canal de Control de Enlace Directo

En la presente invención, el canal de tráfico también se usa para transmitir mensajes desde la estación base 4 a estaciones móviles 6. Los tipos de mensajes transmitidos incluyen: (1) mensajes de dirección de traspaso, (2) mensajes por radio (por ejemplo, para enviar un mensaje por radio a una estación móvil 6 sobre la existencia de datos en la cola para esa estación móvil 6), (3) paquetes de datos cortos para una estación móvil 6 específica, y (4) mensajes ACK o NACK para transmisiones de datos de enlace inverso (que se describirán posteriormente en la presente memoria). Otro tipo de mensajes también pueden transmitirse sobre el canal de control y entran dentro del alcance de la presente invención. Una vez finalizada la fase de establecimiento de llamada, la estación móvil 6 monitoriza el canal de control para enviar mensajes por radio y empieza la transmisión de la señal piloto de enlace inverso.

En el modo de realización a modo de ejemplo, el canal de control se multiplexa en tiempo con los datos de tráfico en el canal de tráfico, tal como se muestra en la FIG. 4A. Las estaciones móviles 6 identifican el mensaje de control detectando un preámbulo que se ha cubierto con un código PN predeterminado. En el modo de realización a modo de ejemplo, los mensajes de control se transmiten a una velocidad de transferencia fija que se determina por la estación móvil 6 durante la adquisición. En el modo de realización preferido, la velocidad de transferencia del canal de control es 76,8 Kbps.

El canal de control transmite mensajes en cápsulas de canal de control. El diagrama de una cápsula de canal de control a modo de ejemplo se muestra en la FIG. 4G. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada cápsula comprende un preámbulo 462, la carga útil de control, y bits 474 de paridad CRC. La carga útil de control comprende uno o más mensajes y, si es necesario, bits 472 de relleno. Cada mensaje comprende un identificador 464 de mensaje (MSG ID), una longitud 466 de mensaje (LEN), una dirección 468 opcional (ADDR) (por ejemplo, si el mensaje está dirigido a una estación móvil 6 específica), y carga útil 470 de mensaje. En el modo de realización a modo de ejemplo, los mensajes están alineados con los límites de octeto. La cápsula de canal de control a modo de ejemplo ilustrada en la FIG. 4G comprende dos mensajes de radiodifusión destinados para todas las estaciones móviles 6 y un mensaje dirigido a una estación móvil 6 específica. El campo MSG ID 464 determina si el mensaje necesita o no un campo de dirección (por ejemplo, si se trata de una radiodifusión o un mensaje específico).

X. Canal Piloto de Enlace Directo

En la presente invención, un canal piloto de enlace directo proporciona una señal piloto que se usa por las estaciones móviles 6 para la adquisición inicial, la recuperación de fase, la recuperación de sincronismo, y la combinación de proporciones. Estos usos son similares a los de los sistemas de comunicaciones CDMA que cumple con la norma IS-95. En el modo de realización a modo de ejemplo, la señal piloto también se usa por las estaciones móviles 6 para llevar a cabo la medición de la relación C/I.

El diagrama de bloques a modo de ejemplo del canal piloto de enlace directo de la presente invención se muestra en la FIG. 3A. Los datos piloto comprenden una secuencia de todo ceros (o todo unos) que se proporciona a un multiplicador 156. El multiplicador 156 cubre los datos pilotos con un código W_0 Walsh. Puesto que el código W_0 Walsh es una secuencia de todo ceros, la salida del multiplicador 156 son los datos piloto. Los datos piloto se multiplexan en tiempo por el MULTIPLEXADOR 162 y se proporcionan al canal I Walsh que se ensancha por el código PN_i corto dentro del multiplicador complejo 214 (véase la FIG. 3B). En el modo de realización a modo de ejemplo, los datos piloto no se ensanchan con el código PN largo, que está cerrado durante la ráfaga piloto por el

MULTIPLEXADOR 234, para permitir la recepción por todas las estaciones móviles 6. La señal piloto es por tanto una señal BPSK no modulada.

Un diagrama que ilustra la señal piloto se muestra en la FIG. 4B. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada ranura de tiempo comprende dos ráfagas 306a y 306b piloto que se producen al final del primer y el tercer cuarto de la ranura de tiempo. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada ráfaga 306 piloto tiene una duración de 64 elementos de código ($T_p=64$ chips). En ausencia de datos de tráfico o datos de canal de control, la estación base 4 sólo transmite las ráfagas piloto y de control de potencia, dando como resultado una emisión de ráfagas de forma de onda discontinua a la velocidad de transferencia periódica de 1200 Hz. Los parámetros de modulación piloto se indican en la Tabla 4.

XI. Control de Potencia de Enlace Inverso

En la presente invención, el canal de control de potencia de enlace directo se usa para enviar la orden de control de potencia que se usa para controlar la potencia de transmisión de la transmisión de enlace inverso desde la estación 6 remota. En el enlace inverso, cada estación móvil 6 de transmisión actúa como una fuente de interferencia para las demás estaciones móviles 6 en la red. Para minimizar la interferencia sobre el enlace inverso y maximizar la capacidad, la potencia de transmisión de cada estación móvil 6 se controla mediante dos bucles de control de potencia. En el modo de realización a modo de ejemplo, los bucles de control de potencia son similares a los del sistema CDMA descrito detalladamente en la patente estadounidense nº 5.056.109, titulada "METHOD Y APPARATUS FOR CONTROLLING TRANSMISSION POWER IN A CDMA CELLULAR MOBILE TELEPHONE SYSTEM", transferida al cesionario de la presente invención. Puede contemplarse también otro mecanismo de control de potencia y entra dentro del alcance de la presente invención.

El primer bucle de control de potencia ajusta la potencia de transmisión de la estación móvil 6 de tal manera que la calidad de la señal de enlace inverso se mantiene en un nivel establecido. La calidad de la señal se mide como la relación de energía-por-bit-frente-a-ruido-más-interferencia E_b/I_0 de la señal de enlace inverso recibida en la estación base 4. El nivel establecido se denomina como el punto E_b/I_0 de referencia. El segundo bucle de control de potencia ajusta el punto de referencia de tal manera que se mantiene el nivel de rendimiento deseado, tal como se mide por la tasa de error de trama (FER). El control de potencia es crítico en el enlace inverso dado que la potencia de transmisión de cada estación móvil 6 es una interferencia con las otras estaciones móviles 6 en el sistema de comunicación. Al minimizar la potencia de transmisión de enlace inverso se reduce la interferencia y se aumenta la capacidad del enlace inverso.

En el primer bucle de control de potencia, el punto E_b/I_0 de la señal de enlace inverso se mide en la estación base 4. La estación base 4 compara entonces el punto E_b/I_0 medido con el punto de referencia. Si el punto E_b/I_0 medido es mayor que el punto de referencia, la estación base 4 transmite un mensaje de control de potencia a la estación móvil 6 para que reduzca la potencia de transmisión. Alternativamente, si el punto E_b/I_0 medido está por debajo del punto de referencia, la estación base 4 transmite un mensaje de control de potencia a la estación móvil 6 para que aumente la potencia de transmisión. En el modo de realización a modo de ejemplo, el mensaje de control de potencia se implementa con un bit de control de potencia. En el modo de realización a modo de ejemplo, un valor alto para el bit de control de potencia ordena a la estación móvil 6 aumentar su potencia de transmisión y un valor bajo ordena a la estación móvil 6 reducir su potencia de transmisión.

En la presente invención, los bits de control de potencia para todas las estaciones móviles 6 en comunicación con cada estación base 4 se transmiten en el canal de control de potencia. En el modo de realización a modo de ejemplo, el canal de control de potencia comprende hasta 32 canales ortogonales que se ensanchan con cubiertas Walsh de 16 bits. Cada canal Walsh transmite un bit de control de potencia inverso (RPC) o un bit FAC a intervalos periódicos. Cada estación móvil 6 activa tiene asignado un índice RPC que define la cubierta Walsh y la fase de modulación QPSK (por ejemplo, en fase o en cuadratura) para la transmisión del flujo de bits RPC destinado a esa estación móvil 6. En el modo de realización a modo de ejemplo, el índice RPC de 0 se reserva para el bit FAC.

El diagrama de bloques a modo de ejemplo del canal de control de potencia se muestra en la FIG. 3A. Los bits RPC se proporcionan a un repetidor de símbolo 150 que repite cada bit RPC un número predeterminado de veces. Los bits RPC repetidos se proporcionan a un elemento 152 de cobertura Walsh que cubre los bits con las cubiertas Walsh correspondientes a los índices RPC. Los bits cubiertos se proporcionan a un elemento 154 de ganancia que ajusta a escala los bits antes de la modulación, de modo que se mantiene una potencia de transmisión total constante. En el modo de realización a modo de ejemplo, las ganancias de los canales Walsh RPC se normalizan de tal manera que la potencia de canal RPC total es igual a la potencia de transmisión total disponible. Las ganancias de los canales Walsh pueden variar como función del tiempo para el uso eficaz de la potencia de transmisión total de la estación base, al tiempo que se mantiene una transmisión RPC fiable a todas las estaciones móviles 6 activas. En el modo de realización a modo de ejemplo, las ganancias de canal Walsh de estaciones móviles 6 inactivas se ajustan a cero. El control de potencia automático de los canales Walsh RPC es posible utilizando estimaciones sobre la calidad del enlace directo del canal DRC correspondiente de las estaciones móviles 6. Los bits RPC ajustados a escala del elemento 154 de ganancia se proporcionan al MUX 162.

En el modo de realización a modo de ejemplo, los índices RPC de 0 a 15 se asignan a cubiertas Walsh W_0 a W_{15} , respectivamente, y se transmiten en la primera ráfaga piloto dentro de una ranura (ráfagas 304 RPC en la FIG. 4C). Los índices RPC de 16 a 31 se asignan a cubiertas Walsh W_0 a W_{15} , respectivamente, y se transmiten en la segunda ráfaga piloto en una ranura (ráfagas RPC 308 en la FIG. 4C). En el modo de realización a modo de ejemplo, los bits RPC se modulan BPSK con las cubiertas Walsh pares (por ejemplo, W_0 , W_2 , W_4 , etc.) moduladas en la señal en fase y las cubiertas Walsh impares (por ejemplo, W_1 , W_3 , W_5 , etc.) moduladas en la señal en cuadratura. Para reducir la envolvente pico-frente-a-media, es preferible equilibrar la potencia en fase y en cuadratura. Además, para minimizar la interferencia debida al error de estimación de fase del demodulador, es preferible asignar cubiertas ortogonales a las señales en fase y en cuadratura.

En el modo de realización a modo de ejemplo, hasta 31 bits RPC pueden transmitirse en 31 canales RPC Walsh en cada ranura de tiempo. En el modo de realización a modo de ejemplo, 15 bits RPC se transmiten en la primera mitad de ranura y 16 bits RPC se transmiten en la segunda mitad de ranura. Los bits RPC se combinan mediante sumadores 212 (véase la FIG. 3B) y la forma de onda compuesta del canal de control de potencia es tal como se muestra en la FIG. 4C.

Un diagrama de tiempo del canal de control de potencia se ilustra en la FIG. 4B. En el modo de realización a modo de ejemplo, la velocidad de transferencia de bits RPC es de 600 bps, o un bit RPC por ranura de tiempo. Cada bit RPC se multiplexa en tiempo y se transmite sobre dos ráfagas RPC (por ejemplo, ráfagas RPC 304a y 304b), tal como se muestra en las FIGS. 4B y 4C. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada ráfaga RPC tiene una anchura de 32 elementos de código PN (o 2 símbolos Walsh) ($T_{pc}=32$ elementos de código) y la anchura total de cada bit RPC es de 64 PN elementos de código (o 4 símbolos Walsh). Pueden obtenerse otras velocidades de transferencia de bits RPC cambiando el número de repetición de símbolos. Por ejemplo, una velocidad de transferencia de bits RPC de 1200 bps (para soportar hasta 63 estaciones móviles 6 de manera simultánea o para aumentar la tasa de control de potencia) puede obtenerse transmitiendo el primer conjunto de 31 bits RPC en ráfagas RPC 304a y 304b y el segundo conjunto de 32 bits RPC en ráfagas RPC 308a y 308b. En este caso, todas las cubiertas Walsh se usan en las señales en fase y en cuadratura. Los parámetros de modulación de los bits RPC se resumen en la Tabla 4.

TABLA 4 Parámetros de Modulación Piloto y de Control de Potencia

Parámetro	RPC	FAC	Piloto	Unidades
Velocidad de transferencia	600	75	1200	Hz
Formato de modulación	QPSK	QPSK	BPSK	
Duración de bit de control	64	1024	64	Elementos de código PN
Repetición	4	64	4	símbolos

El canal de control de potencia tiene una naturaleza de ráfagas dado que el número de estaciones móviles 6 en comunicación con cada estación base 4 puede ser inferior al número de canales Walsh RPC disponibles. En esta situación, algunos canales Walsh RPC se ajustan a cero mediante el ajuste adecuado de las ganancias del elemento 154 de ganancia.

En el modo de realización a modo de ejemplo, los bits RPC se transmiten a estaciones móviles 6 sin codificar o intercalar para minimizar los retardos del procesamiento. Además, la recepción errónea del bit de control de potencia no es perjudicial para el sistema de comunicación de datos de la presente invención puesto que el error puede corregirse en la siguiente ranura de tiempo mediante el bucle control de potencia.

En la presente invención, las estaciones móviles 6 pueden estar en traspaso continuo con múltiples estaciones base 4 sobre el enlace inverso. El procedimiento y aparato para el control de potencia de enlace inverso para una estación móvil 6 en traspaso continuo se divulga en la patente estadounidense nº 5.056.109 anteriormente mencionada. La estación móvil 6 en traspaso continuo monitoriza el canal Walsh RPC para cada estación base 4 en el conjunto activo y combina los bits RPC según el procedimiento divulgado en la patente estadounidense nº 5.056.109 anteriormente mencionada. En el primer modo de realización, la estación móvil 6 lleva a cabo la operación lógica OR de las órdenes de potencia descendente. La estación móvil 6 disminuye la potencia de transmisión si cualquiera de los bits RPC recibidos ordena a la estación móvil 6 disminuir la potencia de transmisión. En el segundo modo de realización, la estación móvil 6 en traspaso continuo puede combinar las decisiones continuas de los bits RPC antes de tomar una decisión no continua. Pueden contemplarse otros modos de realización para el procesamiento de los bits RPC recibidos y entran dentro del alcance de la presente invención.

En la presente invención, el bit FAC indica a las estaciones móviles 6 si el canal de tráfico del canal piloto asociado transmitirá o no en la siguiente mitad de trama. El uso del bit FAC mejora la estimación C/I por las estaciones móviles 6, y por tanto la solicitud de velocidad de transferencia de datos, emitiendo el conocimiento de la actividad de interferencia. En el modo de realización a modo de ejemplo, el bit FAC solo cambia en los límites de mitad de

trama y se repite durante ocho ranuras de tiempo sucesivas, dando como resultado una velocidad de transferencia de bits de 75 bps. Los parámetros para el bit FAC se indican en la Tabla 4.

Utilizando el bit FAC, las estaciones móviles 6 pueden calcular la medición de la relación C/I como sigue:

$$\left(\frac{C}{I}\right)_i = \frac{C_i}{I - \sum_{j \neq i} (1 - \alpha_j) C_j} \quad (3)$$

en la que $(C/I)_i$ es la medición de la relación C/I de la señal de enlace directo de orden i, C_i es la potencia total recibida de la señal enlace directo de orden i, C_j es la potencia recibida la señal de enlace directo de orden j, I es la interferencia total si todas las estaciones base 4 están transmitiendo, α_j es el bit FAC de la señal de enlace directo de orden j y puede ser 0 ó 1 dependiendo del bit FAC.

XII. Transmisión de Datos de Enlace Inverso

En la presente invención, el enlace inverso soporta transmisión de datos a velocidad de transferencia variable. La velocidad de transferencia variable proporciona flexibilidad permite a las estaciones móviles 6 transmitir a una de varias velocidades de transferencia de datos, en función de la cantidad de datos que deban transmitirse a la estación base 4. En el modo de realización a modo de ejemplo, la estación móvil 6 puede transmitir datos a la velocidad de transferencia de datos más baja en cualquier momento. En el modo de realización a modo de ejemplo, la transmisión de datos a mayores velocidades de transferencia de datos requiere una concesión por parte de la estación base 4. Esta implementación minimiza el retardo de transmisión de enlace inverso al mismo tiempo que proporciona un uso eficiente de los recursos del enlace inverso.

Una ilustración a modo de ejemplo del diagrama de flujo de una transmisión de datos de enlace inverso de la presente invención se muestra en la FIG. 8. Inicialmente, en una ranura n, la estación móvil 6 lleva a cabo una prueba de acceso, tal como se describe en la patente estadounidense nº 5.289.527 anteriormente mencionada, para establecer el canal de datos con velocidad de transferencia más baja sobre el enlace inverso en el bloque 802. En la misma ranura n, la estación base 4 desmodula la prueba de acceso y recibe el mensaje de acceso en el bloque 804. La estación base 4 concede la solicitud para el canal de datos y, en la ranura n+2, transmite la concesión y el índice RPC asignado en el canal de control, en el bloque 806. En la ranura n+2, la estación móvil 6 recibe la concesión y se controla en potencia por la estación base 4, en el bloque 808. Empezando en la ranura n+3, la estación móvil 6 empieza a transmitir la señal piloto y tiene acceso inmediato al canal de datos de velocidad de transferencia más baja sobre el enlace inverso.

Si la estación móvil 6 tiene datos de tráfico y necesita un canal de datos a alta velocidad de transferencia, la estación móvil 6 puede iniciar la solicitud en el bloque 810. En la ranura n+3, la estación base 4 recibe la solicitud de datos a alta velocidad, en el bloque 812. En la ranura n+5, la estación base 4 transmite la concesión en el canal de control, en el bloque 814. En la ranura n+5, la estación móvil 6 recibe la concesión en el bloque 816 y empieza la transmisión de datos a alta velocidad en el enlace inverso empezando en la ranura n+6, en el bloque 818.

XIII. Arquitectura de Enlace Inverso

En el sistema de comunicación de datos de la presente invención, la transmisión de enlace inverso difiere de la transmisión de enlace directo en varios aspectos. En el enlace directo, la transmisión de datos normalmente tiene lugar desde una estación base 4 a una estación móvil 6. Sin embargo, en el enlace inverso, cada estación base 4 puede recibir al mismo tiempo transmisiones de datos desde múltiples estaciones móviles 6. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada estación móvil 6 puede transmitir a una de varias velocidades de transferencia de datos dependiendo de la cantidad de datos que deban transmitirse a la estación base 4. Este diseño de sistema refleja la característica asimétrica de la comunicación de datos.

En el modo de realización a modo de ejemplo, la unidad base de tiempo sobre el enlace inverso es idéntica a la unidad base de tiempo sobre el enlace directo. En el modo de realización a modo de ejemplo, las transmisiones de datos de enlace directo y de enlace inverso tienen lugar mediante ranuras de tiempo que tienen una duración de 1,667 ms. Sin embargo, puesto que la transmisión de datos sobre el enlace inverso normalmente tiene lugar a una velocidad de transferencia de datos inferior, puede usarse una unidad base de tiempo más larga para mejorar la eficacia.

En el modo de realización a modo de ejemplo, el enlace inverso soporta dos canales: el canal piloto/DRC y el canal de datos. La función y la implementación de cada uno de estos canales se describen a continuación. El canal piloto/DRC se usa para transmitir la señal piloto y los mensajes DRC y el canal de datos se usa para transmitir datos de tráfico.

Un diagrama de la estructura de trama de enlace inverso a modo de ejemplo de la presente invención se ilustra en la FIG. 7A. En el modo de realización a modo de ejemplo, la estructura de trama de enlace inverso es similar a la estructura de trama de enlace directo mostrada en la FIG. 4A. Sin embargo, en el enlace inverso, los datos piloto/DRC y los datos de tráfico se transmiten al mismo tiempo en los canales en fase y en cuadratura.

En el modo de realización a modo de ejemplo, la estación móvil 6 transmite un mensaje DRC en el canal piloto/DRC en cada ranura de tiempo siempre que la estación móvil 6 esté recibiendo transmisión de datos a alta velocidad. Alternativamente, cuando la estación móvil 6 no está recibiendo transmisión de datos a alta velocidad, toda la ranura en el canal piloto/DRC comprende la señal piloto. La señal piloto se usa por la estación base 4 receptora para un número de funciones: como una ayuda para la adquisición inicial, como una referencia de fase para los canales piloto/DRC y de datos, y como la fuente para el control de potencia de enlace inverso de bucle cerrado.

En el modo de realización a modo de ejemplo, el ancho de banda del enlace inverso se selecciona para que sea 1,2288 MHz. Esta selección de ancho de banda permite el uso de hardware existente diseñado para un sistema CDMA que es compatible con la norma IS-95. Sin embargo, pueden utilizarse otros anchos de banda para aumentar la capacidad y/o adecuarse a los requisitos del sistema. En el modo de realización a modo de ejemplo, se usan el mismo código PN largo y códigos PN_I y PN_Q cortos que los especificados en la norma IS-95 para ensanchar la señal de enlace inverso. En el modo de realización a modo de ejemplo, los canales de enlace inverso se transmiten usando modulación QPSK. Alternativamente, puede usarse la modulación OQPSK para minimizar la variación de amplitud máximo frente a media de la señal modulada que puede dar como resultado un rendimiento mejorado. El uso de diferentes anchos banda de sistema, códigos PN, y esquemas de modulación puede contemplarse y entran dentro del alcance de la presente invención.

En el modo de realización a modo de ejemplo, la potencia de transmisión de las transmisiones de enlace inverso en el canal piloto/DRC y el canal de datos se controlan de manera que el E_b/I_o de la señal de enlace inverso, medido en la estación base 4, se mantiene en un punto E_b/I_o de referencia predeterminado, tal como se comentó en la patente estadounidense nº 5.506.109 anteriormente mencionada. El control de potencia se mantiene por las estaciones base 4 en comunicación con la estación móvil 6 y se transmiten las órdenes como bits RPC tal como se comentó anteriormente.

XIV. Canal de Datos de Enlace Inverso

Un diagrama de bloques de la arquitectura de enlace inverso a modo de ejemplo de la presente invención se muestra en FIG. 6. Los datos se dividen en paquetes de datos y se proporcionan al codificador 612. Para cada paquete de datos, el codificador 612 genera los bits de paridad CRC, inserta los bits de cola de código, y codifica los datos. En el modo de realización a modo de ejemplo, el codificador 612 codifica el paquete según el formato de codificación descrito en la solicitud de patente estadounidense, nº de serie 08/743.688 anteriormente mencionada. También pueden usarse otros formatos de codificación y entran dentro del alcance de la presente invención. El paquete codificado del codificador 612 se proporciona al intercalador 614 de bloque que reordena los símbolos de código en el paquete. El paquete intercalado se proporciona a un multiplicador 616 que cubre los datos con la cubierta Walsh y proporciona los datos cubiertos al elemento de ganancia 618. El elemento de ganancia 618 ajusta a escala los datos para mantener un E_b de energía por bit constante, independientemente de la velocidad de transferencia de datos. Los datos ajustados a escala desde el elemento de ganancia 618 se proporcionan a multiplicadores 650b y 650d que ensanchan los datos con las secuencias PN_Q y PN_I , respectivamente. Los datos ensanchados de los multiplicadores 652b y 650d se proporcionan a filtros 652b y 652d, respectivamente, que filtran los datos. Las señales filtradas de los filtros 652a y 652b se proporcionan al sumador 654a y las señales filtradas de los filtros 652c y 652d se proporcionan al sumador 654b. Los sumadores 654 suman las señales del canal de datos con las señales del canal piloto/DRC. Las salidas de los sumadores 654a y 654b comprenden IOUT y QOUT, respectivamente, que se modulan con la senoide en fase $\cos(w_c t)$ y la senoide en cuadratura $\sin(w_c t)$, respectivamente (como en el enlace directo), y se suman (no se muestra en la FIG. 6). En el modo de realización a modo de ejemplo, los datos de tráfico se transmiten en la fase de la senoide tanto en fase como en cuadratura.

En el modo de realización a modo de ejemplo, los datos se ensanchan con el código PN largo y los códigos PN cortos. El código PN largo cifra los datos de tal manera que la estación base 4 receptora puede identificar la estación móvil 6 transmisora. El código PN corto ensancha la señal sobre el ancho de banda del sistema. La secuencia PN larga se genera mediante un generador 642 de código largo y se proporciona a multiplicadores 646. Las secuencias PN_I y PN_Q cortas se generan mediante un generador 644 de código corto y también se proporcionan a multiplicadores 646a y 646b respectivamente que multiplican los dos conjuntos de secuencias para formar las señales PN_I y PN_Q , respectivamente. El circuito 640 de sincronismo/control proporciona la referencia de sincronismo.

El diagrama de bloques a modo de ejemplo de la arquitectura del canal de datos, tal como se muestra en la FIG. 6, es una de las numerosas arquitecturas que soporta la codificación y modulación de datos sobre el enlace inverso. Para la transmisión de datos a una alta velocidad de transferencia, también puede usarse una arquitectura similar a la del enlace directo utilizando múltiples canales ortogonales. Otras arquitecturas, tales como la arquitectura para el

canal de tráfico de enlace inverso en el sistema CDMA, compatible con la norma IS-95, también pueden contemplarse y entran dentro del alcance de la presente invención.

En el modo de realización a modo de ejemplo, el canal de datos de enlace inverso soporta cuatro velocidades de transferencia de datos que se indican en la tabla 5. Pueden soportarse velocidades de transferencia de datos adicionales y/o diferentes velocidades de transferencia de datos y entran dentro del alcance de la presente invención. En el modo de realización a modo de ejemplo, el tamaño de paquete para el enlace inverso depende de la velocidad de transferencia de datos, tal como se muestra en la tabla 5. Tal como se describe en la solicitud de patente estadounidense nº de serie 08/743.688 anteriormente mencionada, un rendimiento mejorado del decodificador puede obtenerse para tamaños de paquete más grandes. Así, pueden utilizarse tamaños de paquete diferentes de los indicados en la tabla 5 para mejorar el rendimiento y están dentro del alcance de la presente invención. Además, el tamaño de paquete puede ser un parámetro que es independiente de la velocidad de transferencia de datos.

TABLA 5 - Parámetros de Modulación Piloto y de Control de Potencia

Parámetro	Velocidades de transferencia de datos				Unidades
	9,6	19,2	38,4	76,8	Kbps
Duración de trama	26,66	26,66	13,33	13,33	ms
Longitud de paquete de datos	245	491	491	1003	bits
Longitud CRC	16	16	16	16	bits
Bits de cola de código	5	5	5	5	bits
Total bits/paquete	256	512	512	1024	bits
Longitud de paquete codificado	1024	2048	2048	4096	símbolos
Longitud de símbolo Walsh	32	16	8	4	elementos de código
Solicitud requerida	no	si	si	si	

Tal como se muestra en la Tabla 5, el enlace inverso soporta una pluralidad de velocidades de transferencia de datos. En el modo de realización a modo de ejemplo, la velocidad de transferencia de datos inferior, de 9,6 K bps, se asigna a cada estación móvil 6 al registrarse con la estación base 4. En el modo de realización a modo de ejemplo, las estaciones móviles 6 pueden transmitir datos en el canal de datos con velocidad de transferencia inferior en cualquier ranura de tiempo sin tener que solicitar permiso de la estación base 4. En el modo de realización a modo de ejemplo, la transmisión de datos a velocidades de transferencia de datos superiores se concede por la estación base 4 seleccionada basándose en un conjunto de parámetros de sistema, tal como la carga del sistema, equidad y rendimiento global total. Un mecanismo de planificación a modo de ejemplo para transmisión de datos a alta velocidad se describe detalladamente en la solicitud de patente estadounidenses Nº de serie 08/798.951 anteriormente mencionada.

XV. Canal Piloto/DRC de Enlace Inverso

El diagrama de bloques a modo de ejemplo del canal piloto/DRC se muestra en la FIG. 6. El mensaje DRC se proporciona al codificador DRC 626 que codifica el mensaje según un formato de codificación predeterminado. La codificación del mensaje DRC es importante ya que la probabilidad de error del mensaje DRC necesita ser suficientemente baja, porque una determinación incorrecta de la velocidad de transferencia de datos de enlace directo tiene un impacto en el rendimiento global del sistema. En el modo de realización a modo de ejemplo, el codificador DRC 626 es un codificador de bloque CRC de tasa (8,4) que codifica el mensaje DRC de 3 bits en una palabra de código de 8 bits. El mensaje DRC codificado se proporciona al multiplicador 628 que cubre el mensaje con el código Walsh que identifica de forma inequívoca la estación base 4 de destino a la que se dirige el mensaje DRC. El código Walsh se proporciona por el generador Walsh 624. El mensaje DRC cubierto se proporciona al multiplexador (MUX) 630 que multiplexa el mensaje con los datos pilotos. El mensaje DRC y los datos pilotos se proporcionan a los multiplicadores 650a y 650c que ensanchan los datos con las señales PN_I y PN_Q, respectivamente. Así, el mensaje DRC y piloto se transmiten sobre la fase de la sinusoide tanto en fase como en cuadratura.

En el modo de realización a modo de ejemplo, el mensaje DRC se transmite a la estación base 4 seleccionada. Esto se consigue cubriendo el mensaje DRC con el código Walsh que identifica la estación base 4 seleccionada. En el modo de realización a modo de ejemplo, el código Walsh tiene una longitud de 128 elementos de código. La derivación de los códigos Walsh de 128 elementos de código se conoce en la técnica. Se asigna un código Walsh único a cada estación base 4 que esté en comunicación con la estación móvil 6. Cada estación base 4 descubre la señal sobre el canal DRC con su código Walsh asignado. La estación base 4 seleccionada puede descubrir el mensaje DRC y transmitir datos a la estación móvil 6 solicitante sobre el enlace directo en respuesta a ello. Otras

estaciones base 4 pueden determinar que la velocidad de transferencia de datos solicitada no está dirigida a ellas ya que a estas estaciones base 4 se asignaron códigos Walsh diferentes.

En el modo de realización a modo de ejemplo, los códigos PN cortos de enlace inverso para todas las estaciones base 4 en el sistema de comunicación de datos son los mismos y no hay desfase en las secuencias PN cortas para distinguir estaciones base 4 diferentes. El sistema de comunicación de datos de la presente invención soporta el traspaso continuo sobre el enlace inverso. La utilización de los mismos códigos PN cortos sin desfase permite a múltiples estaciones base 4 recibir la misma transmisión mediante enlace inverso desde la estación móvil 6 durante un traspaso continuo. Los códigos PN cortos proporcionan ensanchamiento espectral pero no permiten la identificación de estaciones base 4.

En el modo de realización a modo de ejemplo, el mensaje DRC transporta la velocidad de transferencia de datos solicitada por la estación móvil 6. En el modo de realización alternativo, el mensaje DRC transporta una indicación de la calidad del enlace directo (por ejemplo, la información C/I como se midió por la estación móvil 6). La estación móvil 6 puede recibir simultáneamente las señales piloto de enlace directo desde una o más estaciones base 4 y llevar a cabo la medición C/I sobre cada señal piloto recibida. La estación móvil 6 selecciona entonces la mejor estación base 4 basándose en un conjunto de parámetros que pueden comprender mediciones C/I actuales y previas. La información de control de la velocidad de transferencia se formatea en el mensaje DRC que puede transportarse a la estación base 4 en uno de varios modos de realización.

En el primer modo de realización, la estación móvil 6 transmite un mensaje DRC basándose en la velocidad de transferencia de datos solicitada. La velocidad de transferencia de datos solicitada es la velocidad de transferencia de datos más alta soportada que produce un rendimiento satisfactorio a la relación C/I medida por la estación móvil 6. A partir de la medición C/I, la estación móvil 6 primero calcula la velocidad de transferencia de datos máxima que produce un rendimiento satisfactorio. La velocidad de transferencia de datos máxima entonces se cuantifica a una de las velocidades de transferencia de datos soportadas y se designa como la velocidad de transferencia de datos solicitada. El índice de velocidad de transferencia de datos correspondiente a la velocidad de transferencia de datos solicitada se transmite a la estación base 4 seleccionada. En la Tabla 1 se muestra un conjunto a modo de ejemplo de velocidades de transferencia de datos soportadas y los correspondientes índices de velocidad de transferencia de datos.

En un ejemplo, en la que la estación móvil 6 transmite una indicación de la calidad del enlace directo a la estación base 4 seleccionada, la estación móvil 6 transmite un índice C/I que representa el valor cuantificado de la medición C/I. La medición C/I puede correlacionarse en una tabla y asociarse con un índice C/I. La utilización de más bits para representar el índice C/I permite una mejor cuantificación de la medición C/I. Además, la correlación puede ser lineal o predistorsionada. Para una correlación lineal, cada incremento en el índice C/I representa un incremento correspondiente en la medición C/I. Por ejemplo, cada etapa en el índice C/I puede representar un incremento de 2,0 dB en la medición C/I. Para una correlación predistorsionada, cada incremento en el índice C/I puede representar un incremento diferente en la medición C/I. Como un ejemplo, una correlación predistorsionada puede utilizarse para cuantificar la medición C/I para adecuarse a la curva de función de distribución acumulativa (CDF) de la distribución C/I, como se muestra en la FIG. 10.

Pueden contemplarse otros modos de realización para llevar la información de control de la velocidad de transferencia desde una estación móvil 6 a una estación base 4 y entran dentro del alcance de la presente invención. Además, la utilización de un número diferente de bits para representar la información de control de la velocidad de transferencia entra también dentro del alcance de la presente invención. A través de gran parte de la especificación, la presente invención se describe en el contexto del primer modo de realización, la utilización de un mensaje DRC para llevar la velocidad de transferencia de datos solicitada, por simplicidad.

En el modo de realización a modo de ejemplo, la medición C/I puede llevarse a cabo sobre la señal piloto de enlace directo de manera similar a la utilizada en el sistema CDMA. Un procedimiento y aparato para llevar a cabo las mediciones C/I se divulga en la solicitud de patente estadounidenses N° de serie 08/722.763, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING LINK QUALITY IN A SPREAD SPECTRUM COMMUNICATION SYSTEM", presentada el 27 de septiembre de 1996, transferida al cesionario de la presente invención y publicada el 2 de abril de 1998 con el n° de publicación WO 9813951 A2. En resumen, la medición C/I sobre la señal piloto puede obtenerse desensanchando la señal recibida con los códigos PN cortos. La medición C/I sobre la señal piloto puede contener imprecisiones si la condición de canal cambió entre el tiempo de la medición C/I y el tiempo de la transmisión de datos real. En la presente invención, la utilización de bits FAC permite a las estaciones móviles 6 tener en cuenta la actividad del enlace directo cuando determinan la velocidad de transferencia de datos solicitada.

En el modo de realización alternativo, la medición C/I puede llevarse a cabo sobre el canal de tráfico de enlace directo. La señal de canal de tráfico se desensancha primero con el código PN largo y los códigos PN cortos y se descubre con el código Walsh. La medición C/I sobre las señales sobre los canales de datos puede ser más exacta ya que se asigna un mayor porcentaje de la potencia transmitida para la transmisión de datos. Otros procedimientos para medir la relación C/I de la señal de enlace directo recibida por una estación móvil 6 también pueden contemplarse y entran dentro del alcance de la presente invención.

En el modo de realización a modo de ejemplo, el mensaje DRC se transmite en la primera mitad de la ranura de tiempo (véase la FIG. 7A). Para una ranura de tiempo a modo de ejemplo de 1,667 ms, el mensaje DRC comprende los primeros 1024 elementos de código ó 0,83 ms de la ranura de tiempo. Los 1024 elementos de código restantes se utilizan por la estación base 4 para desmodular y decodificar el mensaje. La transmisión del mensaje DRC en la parte más temprana de la ranura de tiempo permite a la estación base 4 decodificar el mensaje DRC en la misma ranura de tiempo y posiblemente transmitir datos a la velocidad de transferencia de datos solicitada en la ranura de tiempo inmediatamente sucesiva. El breve retardo entre procesamiento permite al sistema de comunicación de la presente invención adoptar rápidamente cambios en el entorno operativo.

En el modo de realización alternativo, la velocidad de transferencia de datos solicitada se lleva a la estación base 4 mediante la utilización de una referencia absoluta y una referencia relativa. En este modo de realización, la referencia absoluta que comprende la velocidad de transferencia de datos solicitada se transmite periódicamente. La referencia absoluta permite a la estación base 4 determinar la velocidad de transferencia de datos exacta solicitada por la estación móvil 6. Para cada ranura de tiempo entre transiciones de las referencias absolutas, la estación móvil 6 transmite una referencia relativa a la estación base 4 que indica si la velocidad de transferencia de datos solicitada para la ranura de tiempo próxima es mayor, menor o la misma que la velocidad de transferencia de datos solicitada para la ranura de tiempo previa. Periódicamente, la estación móvil 6 transmite una referencia absoluta. La transmisión periódica del índice de velocidad de transferencia de datos permite a la velocidad de transferencia de datos solicitada fijarse en un estado conocido y asegura que las recepciones erróneas de referencias relativas no se acumulen. La utilización de referencias absolutas y referencias relativas puede reducir la tasa de transmisión de los mensajes DRC a la estación 6 base. Otros protocolos para transmitir la velocidad de transferencia de datos solicitada también pueden contemplarse y entran dentro del alcance de la presente invención.

XVI. Canal de Acceso de Enlace Inverso

El canal de acceso se utiliza por una estación móvil 6 para transmitir mensajes a la estación base 4 durante la fase de registro. En el modo de realización a modo de ejemplo, el canal de acceso se implementa utilizando a una estructura ranurada, accediendo la estación móvil 6 a cada ranura de forma aleatoria. En el modo de realización a modo de ejemplo, el canal de acceso se multiplexa en el tiempo con el canal DRC.

En el modo de realización a modo de ejemplo, el canal de acceso transmite mensajes en cápsulas de canal de acceso. En el modo de realización a modo de ejemplo, el formato de la trama del canal de acceso es idéntico al especificado por la norma IS-95, excepto porque el sincronismo es en tramas de 26,67 ms en lugar de las tramas de 20 ms especificadas en la norma IS-95. En la FIG. 7B se muestra el diagrama a modo de ejemplo de una cápsula de canal de acceso. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada cápsula 712 de canal de acceso comprende un preámbulo 722, una o más cápsulas 724 de mensaje y bits 726 de relleno. Cada cápsula 724 de mensaje comprende un campo 732 de longitud de mensaje (MSG LEN), un cuerpo 734 de mensaje y bits 736 de paridad CRC.

XVII. Canal NACK de Enlace Inverso

En la presente invención, la estación móvil 6 transmite los mensajes NACK sobre el canal de datos. El mensaje NACK se genera para cada paquete recibido erróneamente por la estación móvil 6. En el modo de realización a modo de ejemplo, los mensajes NACK pueden transmitirse utilizando el formato de datos de señalización espacio-ráfaga como se divulga en la patente estadounidense nº 5.504.773 anteriormente mencionada.

Aunque la presente invención se ha descrito en el contexto de un protocolo NACK, la utilización de un protocolo ACK puede contemplarse y entra dentro del alcance de la presente invención.

La descripción previa de los modos de realización preferentes se proporciona para permitir que cualquier persona entendida en la materia lleve a cabo o utilice la presente invención. Las diversas modificaciones de estos modos de realización se hará fácilmente evidente para los entendidos en la materia y los principios genéricos definidos en la presente pueden aplicarse a otros modos de realización sin utilizar facultades inventivas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento utilizado en un sistema de comunicaciones inalámbricas, que comprende:
5 medir la calidad del enlace directo en el sistema de comunicaciones inalámbricas por parte de una estación móvil (6) en base a una señal de piloto de enlace directo;
transmitir por parte de la estación móvil (6) un mensaje de solicitud de datos que incluye una indicación de la calidad de enlace directo a una estación base (4); y
10 recibir, en la estación móvil (6), datos transmitidos por parte de la estación base (4) a una tasa de datos mediante el enlace directo, en donde la tasa de datos es determinada por la estación base en base a la indicación.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicho medir la calidad del enlace directo comprende medir la relación portadora a interferencia, C/I, en el enlace directo.
- 15 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicho medir la calidad del enlace directo comprende medir periódicamente la calidad del canal de piloto de enlace directo.
4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que el canal de piloto de enlace directo es un canal de piloto común compartido por una pluralidad de estaciones móviles (6).
- 20 5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la tasa de datos está asociada con un formato de modulación QPSK, por desplazamiento de cuadratura de fase.
- 25 6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la tasa de datos está asociada con un formato de modulación 16-QAM, por desplazamiento de cuadratura de fase.
7. Una estación móvil (6) para un sistema de comunicaciones inalámbricas, que comprende:
30 medios para medir la calidad del enlace directo en el sistema de comunicaciones inalámbricas por parte de una estación móvil (6) en base a una señal de piloto de enlace directo;
medios para transmitir por parte de la estación móvil (6) un mensaje de solicitud de datos que incluye una indicación de la calidad de enlace directo a una estación base (4); y
35 medios para recibir, en la estación móvil (6), datos transmitidos por parte de la estación base (4) a una tasa de datos mediante el enlace directo, en donde la tasa de datos es determinada por la estación base en base a la indicación.
8. La estación móvil de la reivindicación 7, en la que dicho medir la calidad del enlace directo comprende medir la relación portadora a interferencia, C/I, en el enlace directo.
- 40 9. La estación móvil de la reivindicación 7, en la que dicho medir la calidad del enlace directo comprende medir periódicamente la calidad del canal de piloto de enlace directo.
10. La estación móvil de la reivindicación 7, en la que el canal de piloto de enlace directo es un canal de piloto común compartido por una pluralidad de estaciones móviles (6).
- 45 11. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que la tasa de datos está asociada con un formato de modulación QPSK, por desplazamiento de cuadratura de fase.
- 50 12. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que la tasa de datos está asociada con un formato de modulación 16-QAM, por desplazamiento de 16-cuadratura de fase.
13. Un programa de ordenador adaptado para llevar a cabo los pasos de un procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 cuando se ejecuta el programa en un ordenador.
- 55 14. Un procedimiento utilizando en un sistema de comunicaciones inalámbricas que comprende:
recibir, en la estación base (4), desde una estación móvil (6), un mensaje de solicitud de datos que incluye una indicación de la calidad de enlace directo, determinada en base a la señal de piloto en el
60 enlace directo por parte de la estación móvil (6);
determinar, por la estación base, una velocidad de datos basada en la indicación; y transmitir, desde la estación base (4), los datos a la velocidad de datos a través del enlace directo a la estación móvil (6).
- 65 15. Una estación base (4), en un sistema de comunicaciones inalámbricas, que comprende:

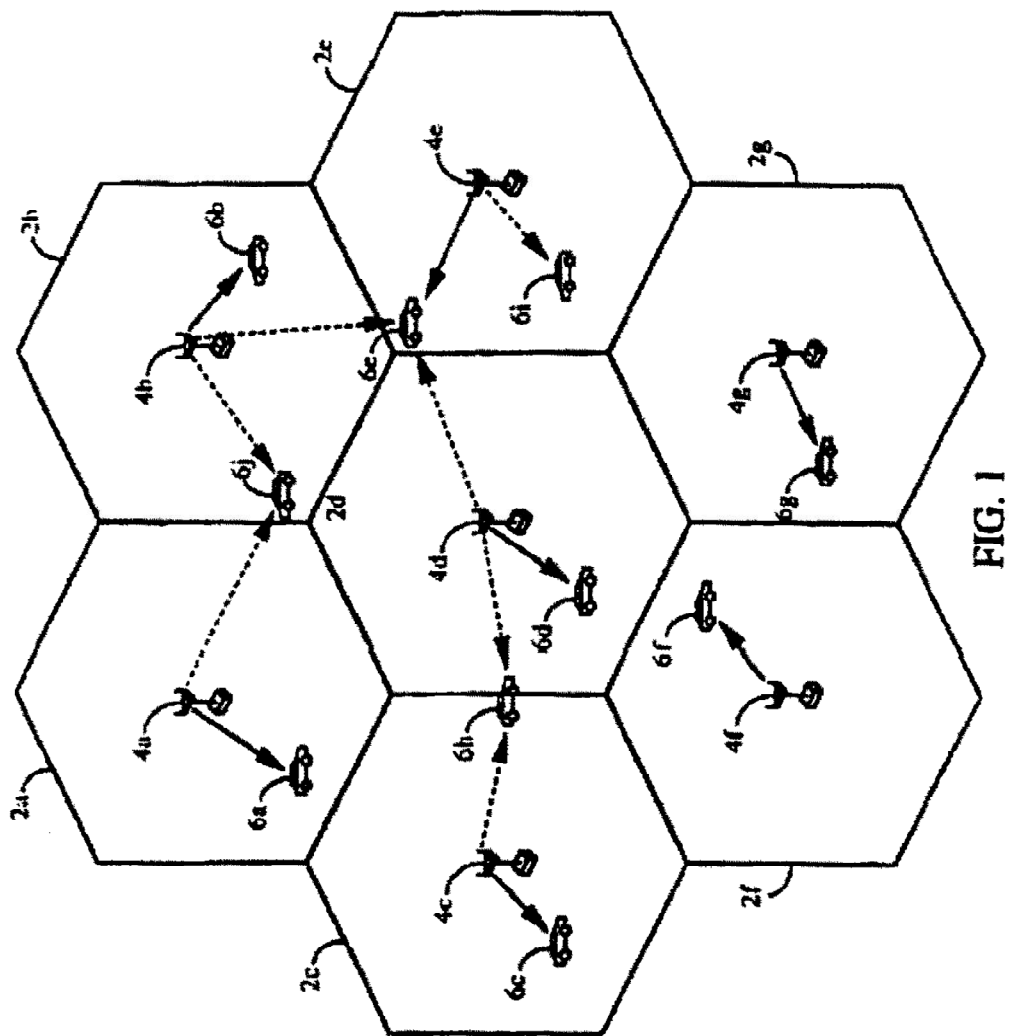
medios para recibir, desde una estación móvil (6), un mensaje de solicitud de datos que incluye una indicación de la calidad de enlace directo, determinada en base a la señal de piloto en el enlace directo por parte de la estación móvil (6);

medios para determinar una tasa de datos en base a la indicación;

medios para transmitir datos a la tasa de datos por el enlace directo a la estación móvil (6).

5

16. Un programa de ordenador adaptado para llevar a cabo los pasos del procedimiento de la reivindicación 14 cuando se ejecuta el programa en un ordenador.



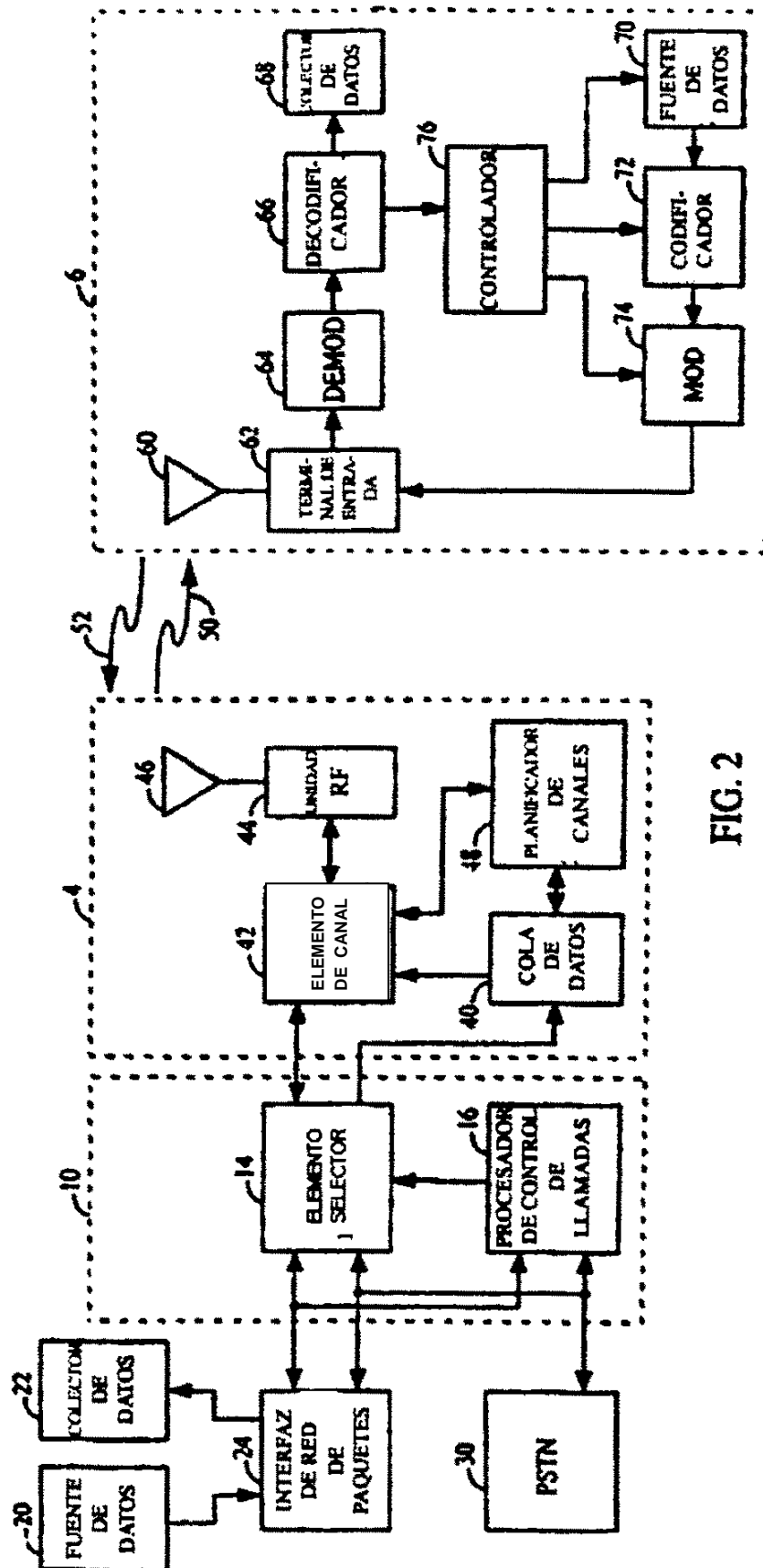


FIG. 2

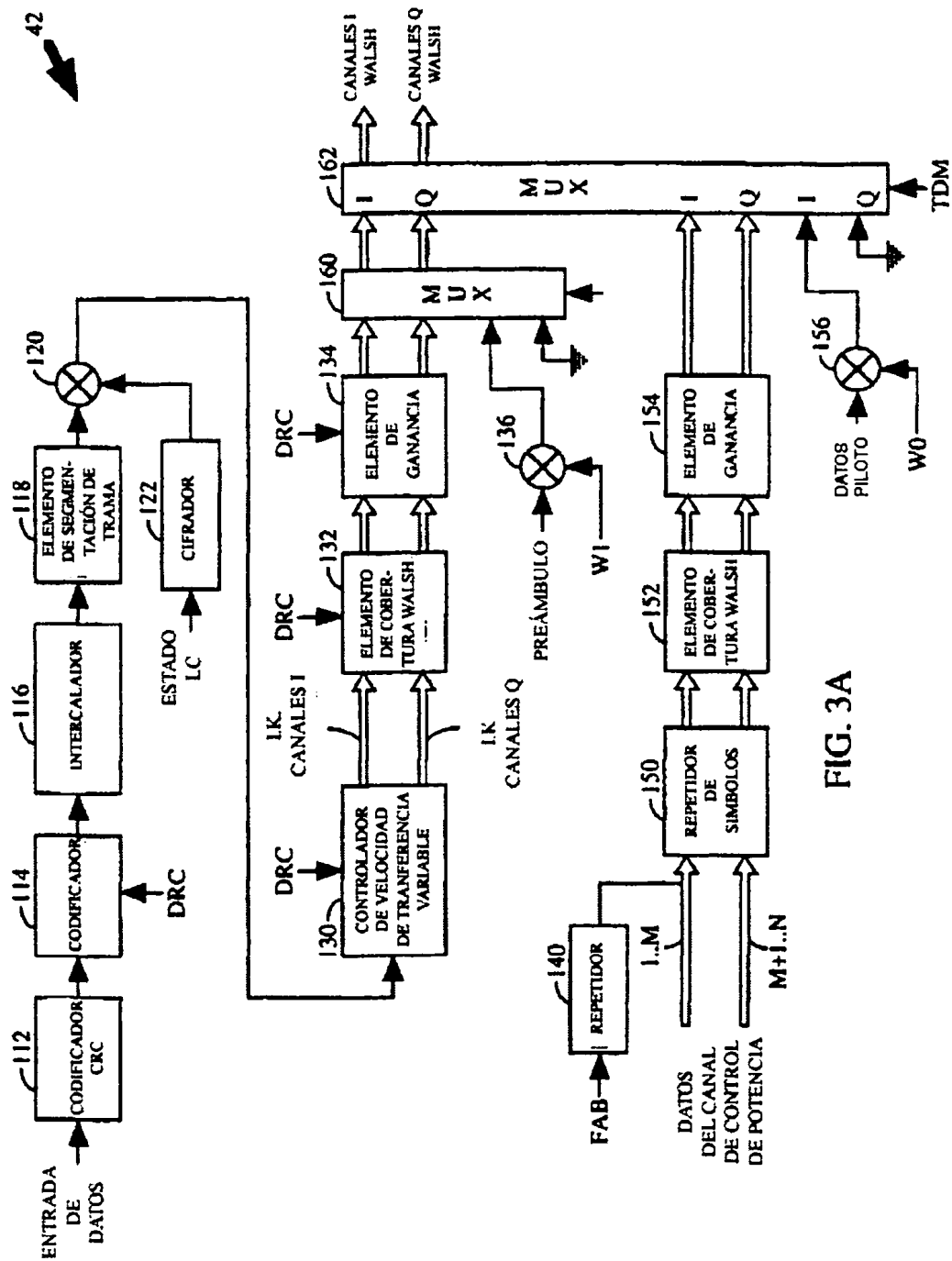


FIG. 3A

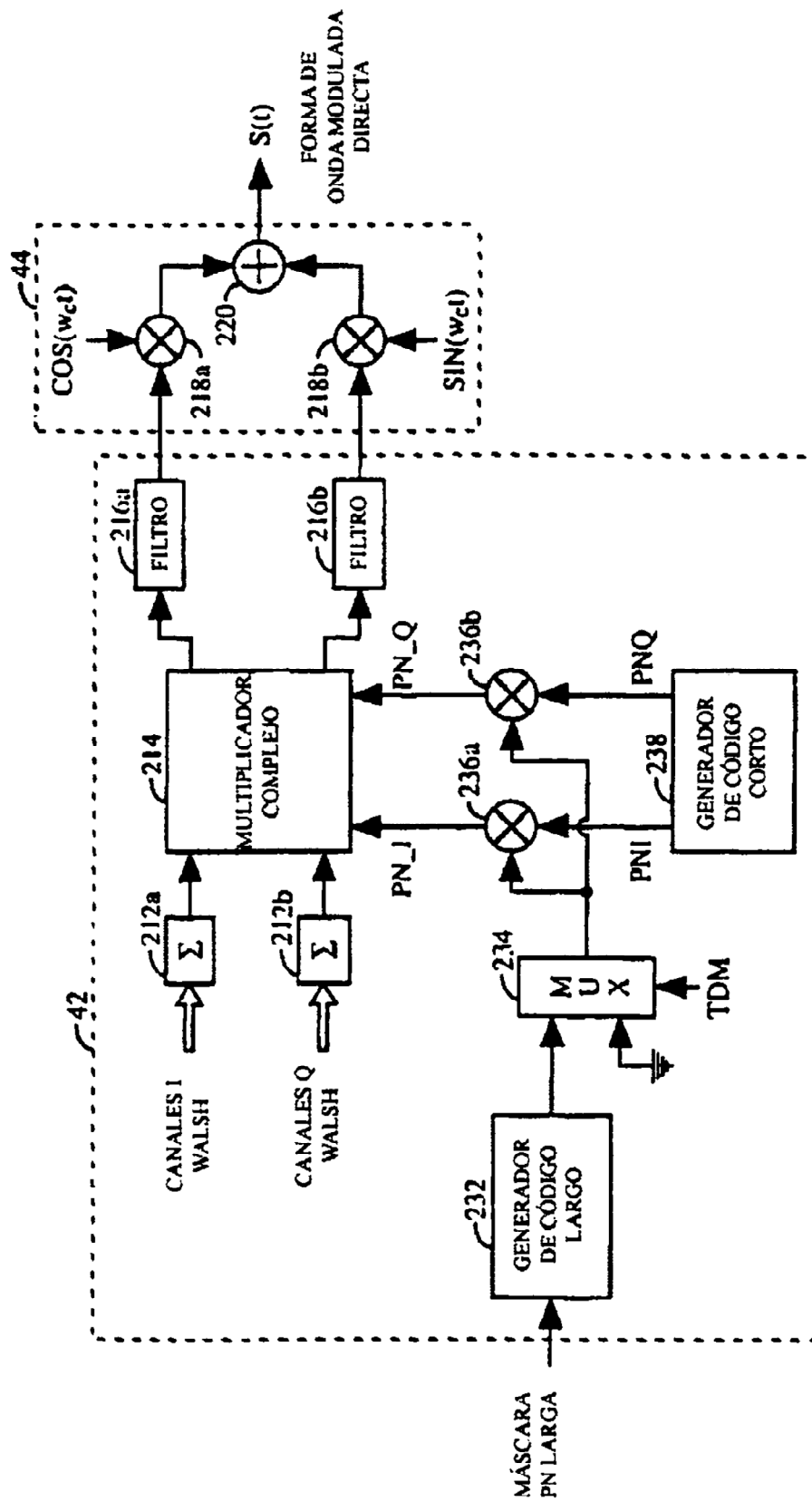


FIG. 3B

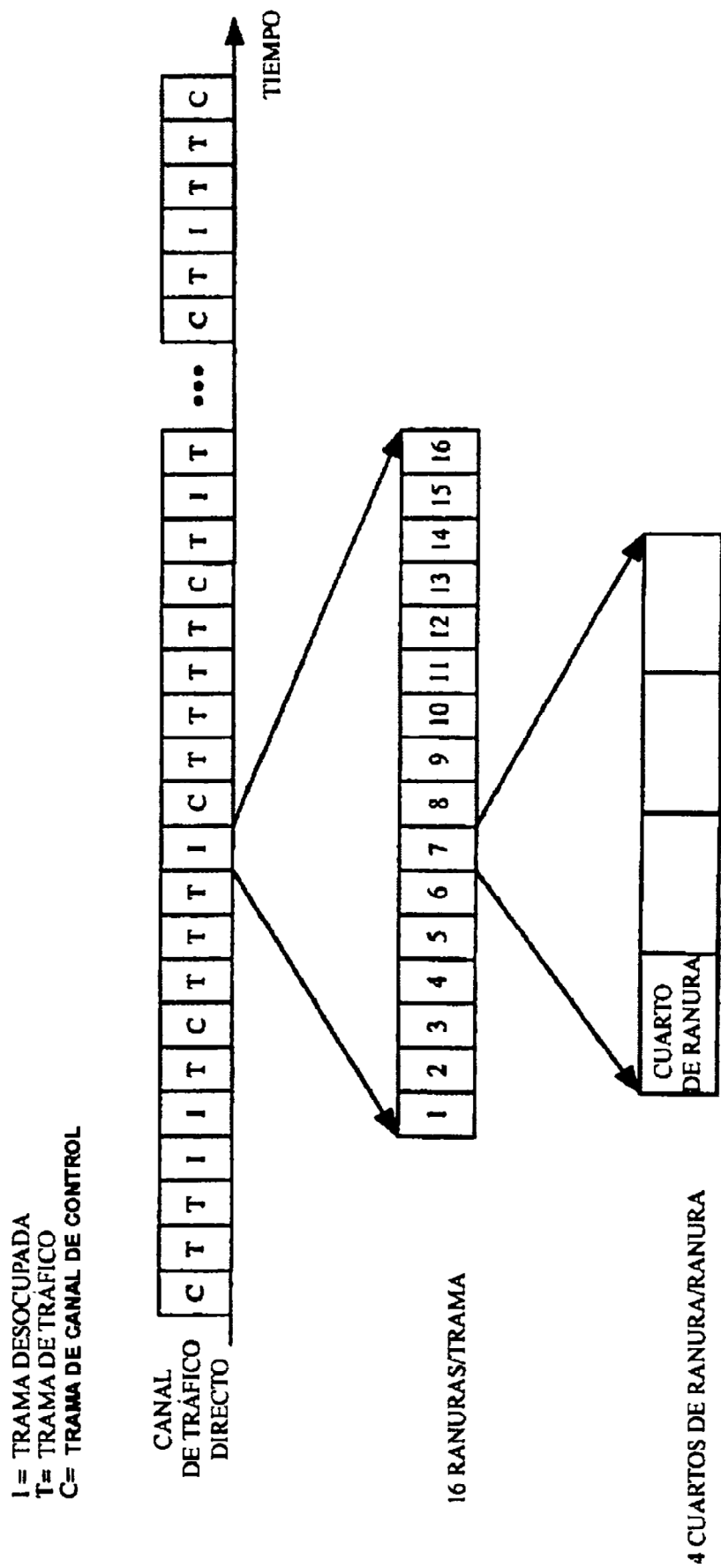


FIG. 4A

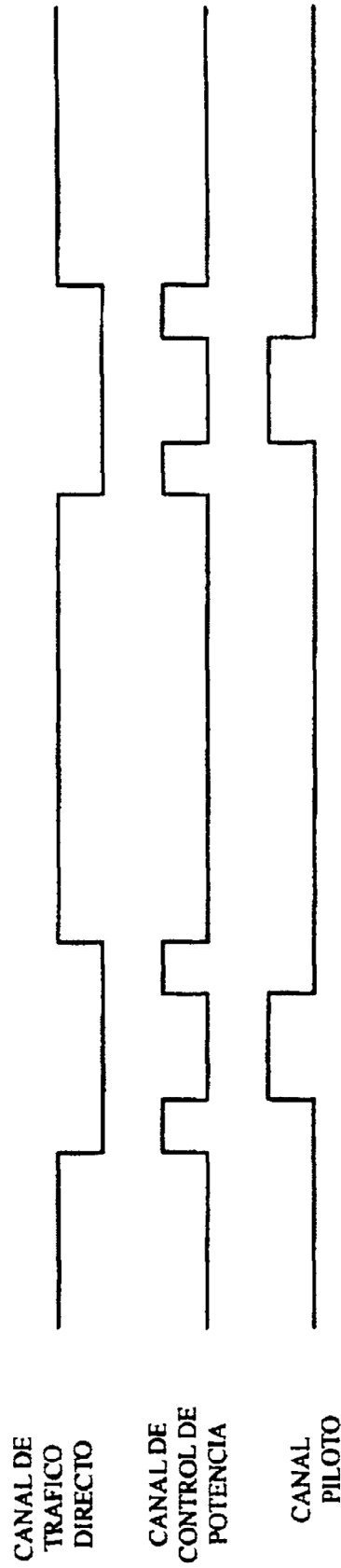
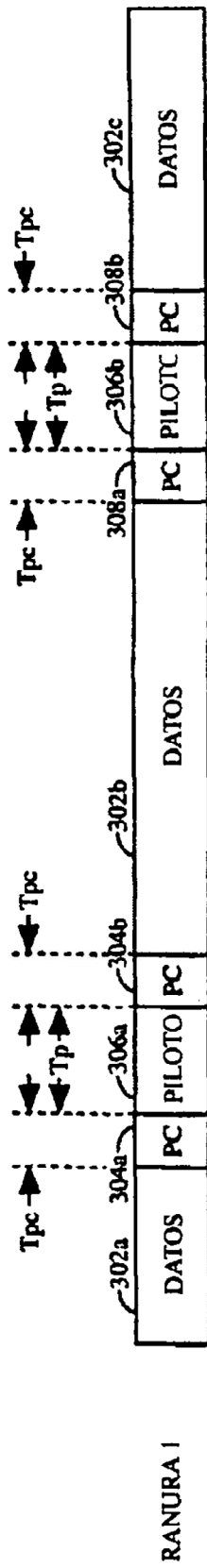


FIG. 4B

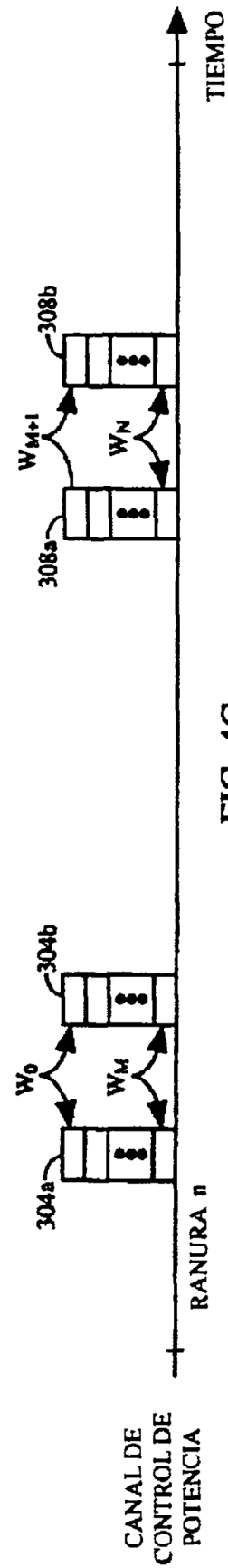


FIG. 4C

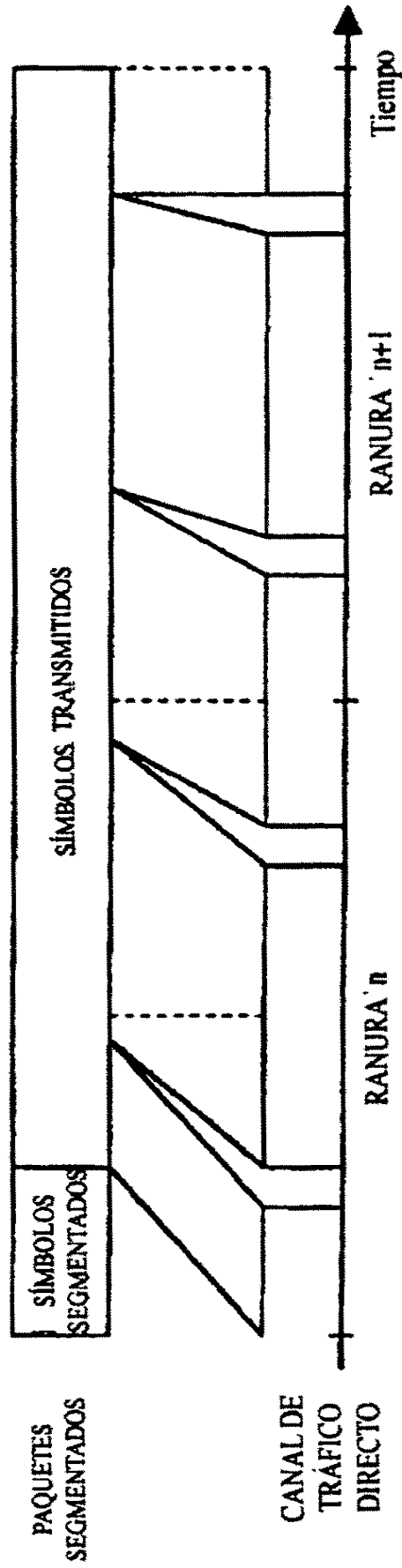
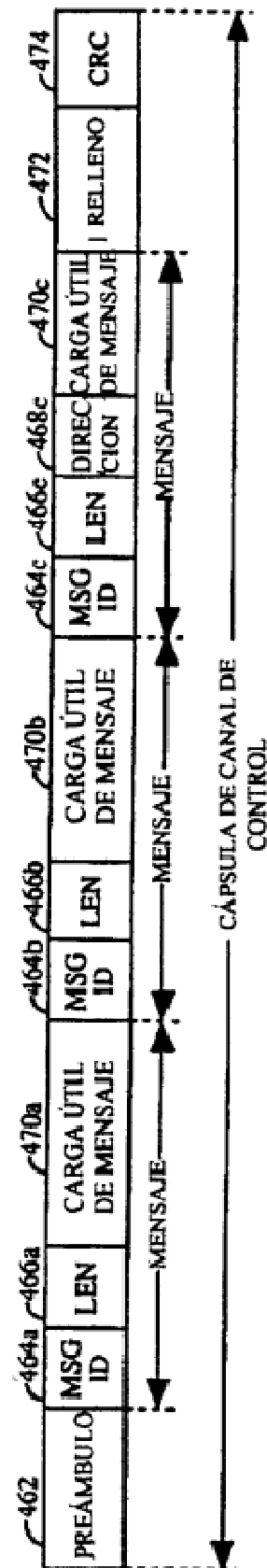
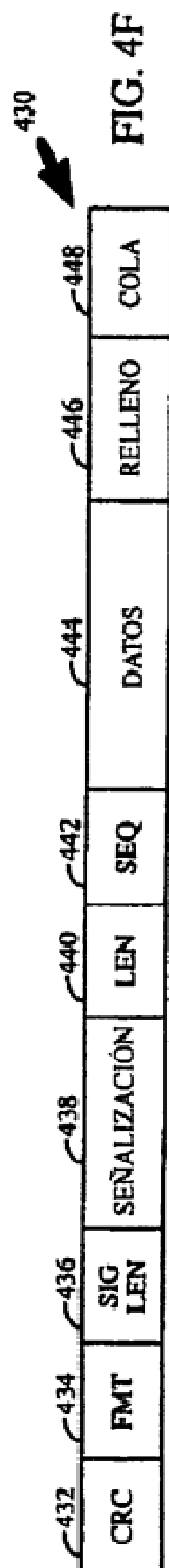
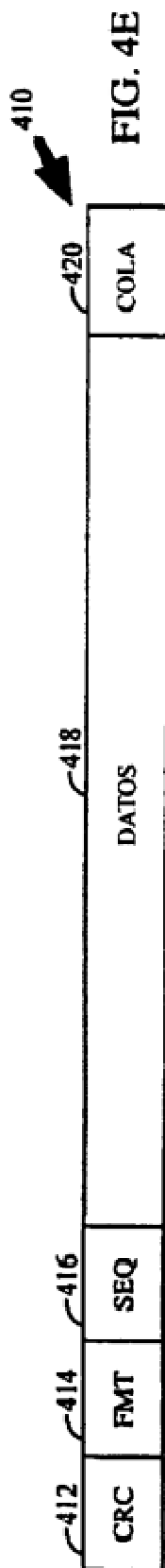


FIG. 4D



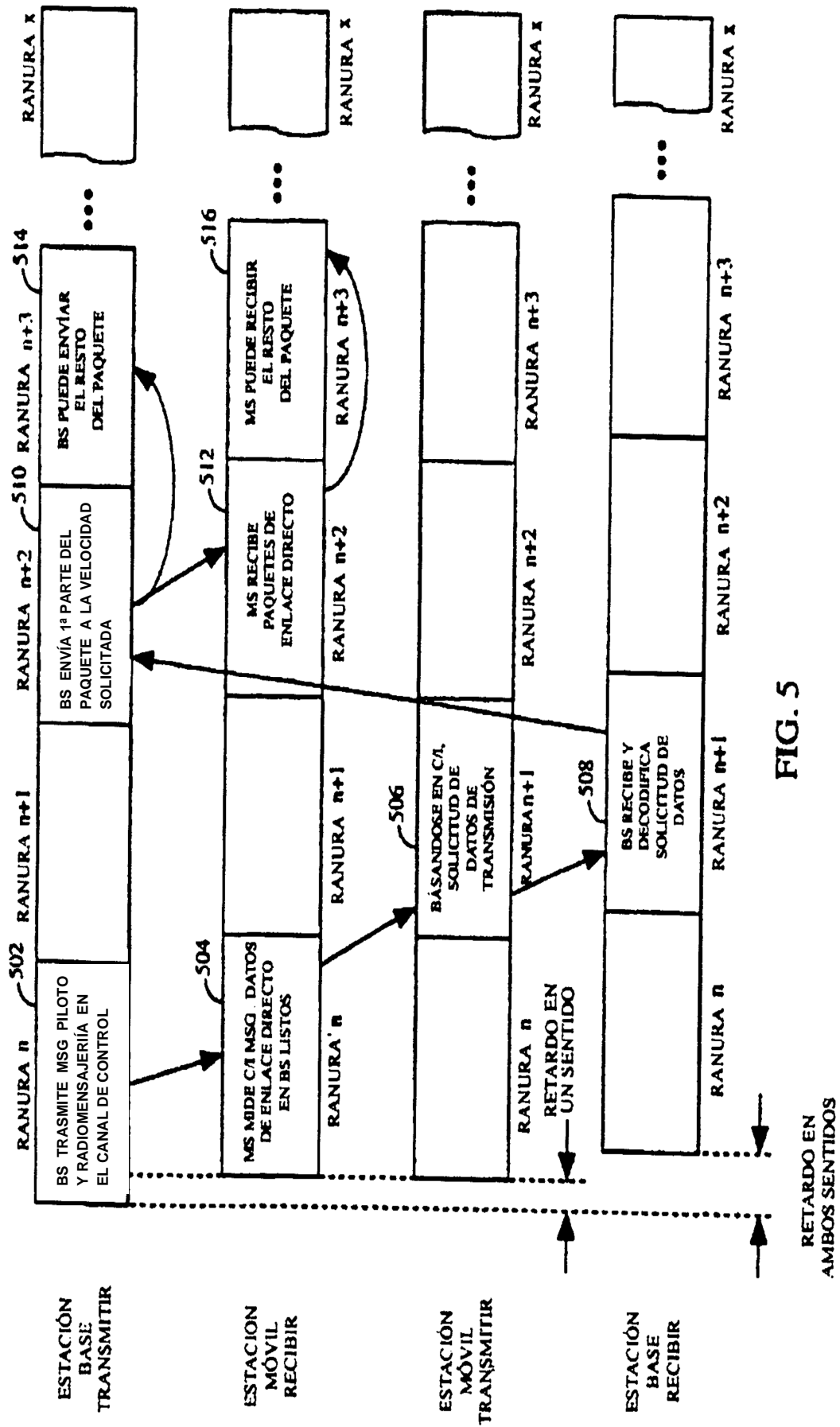


FIG. 5

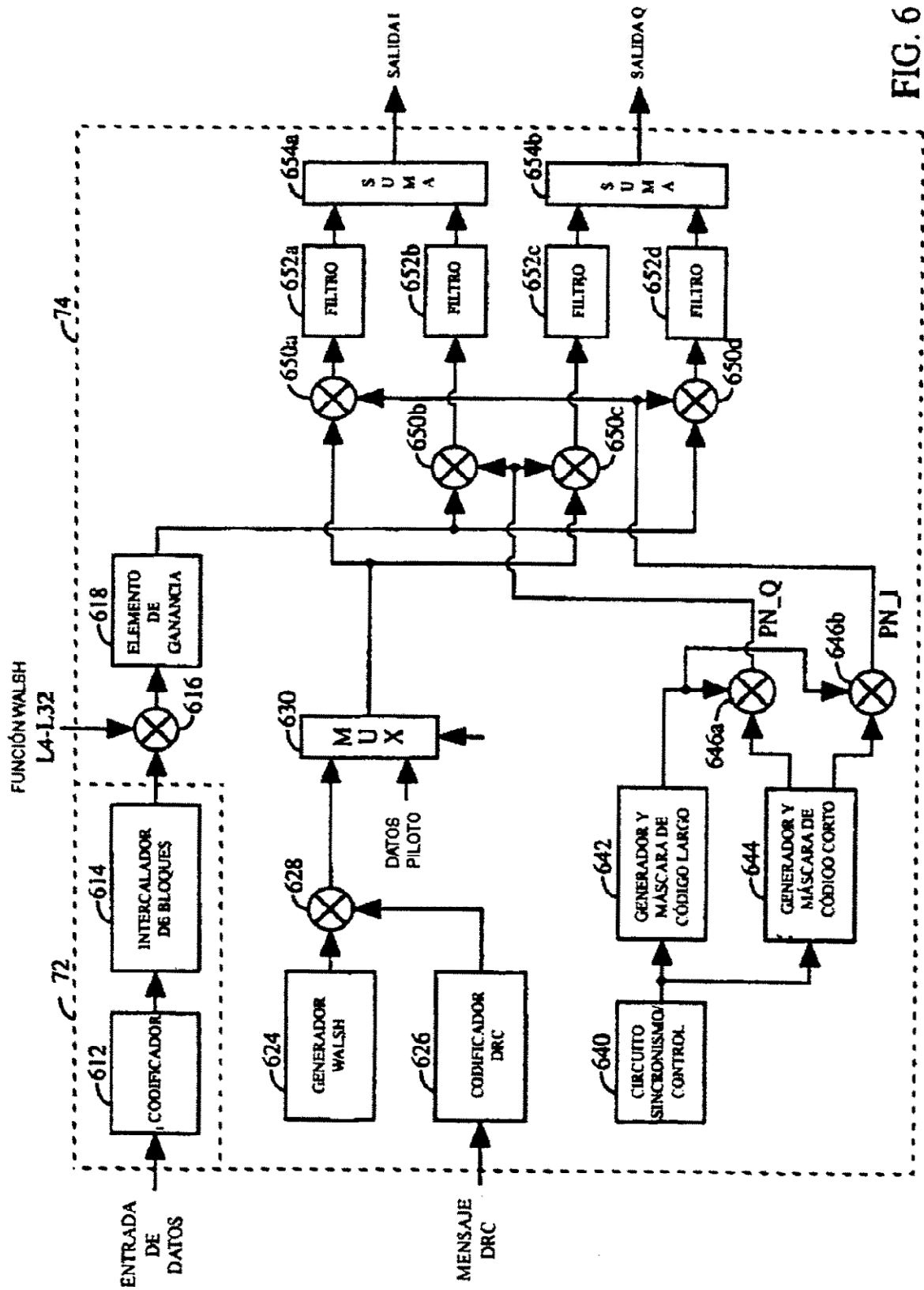


FIG. 6

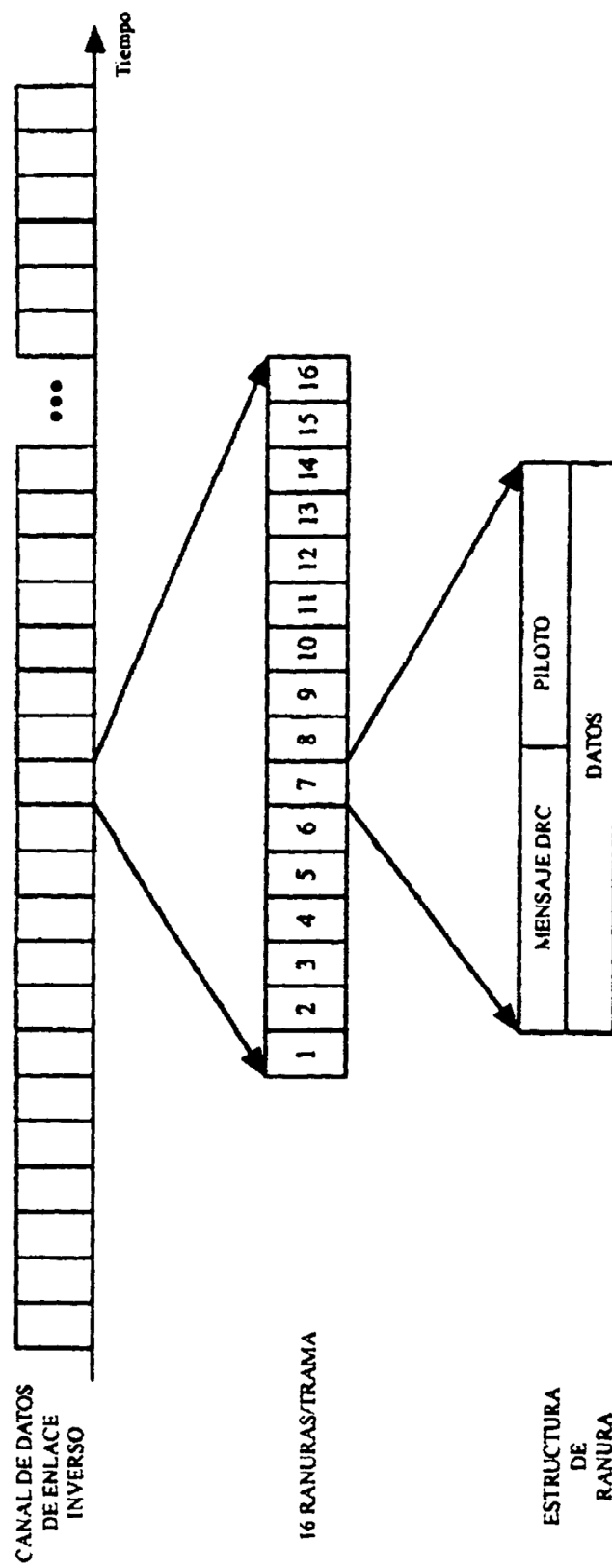


FIG. 7A

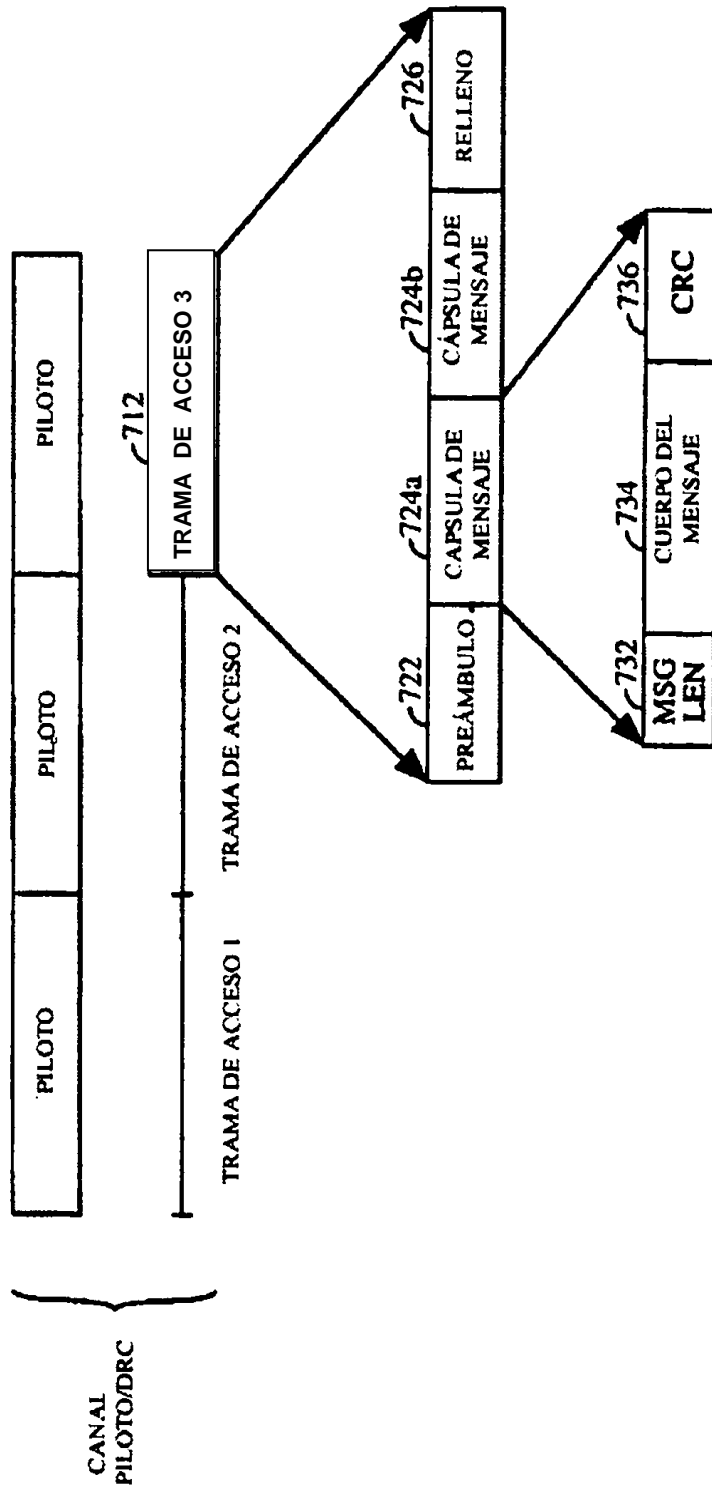


FIG. 7B

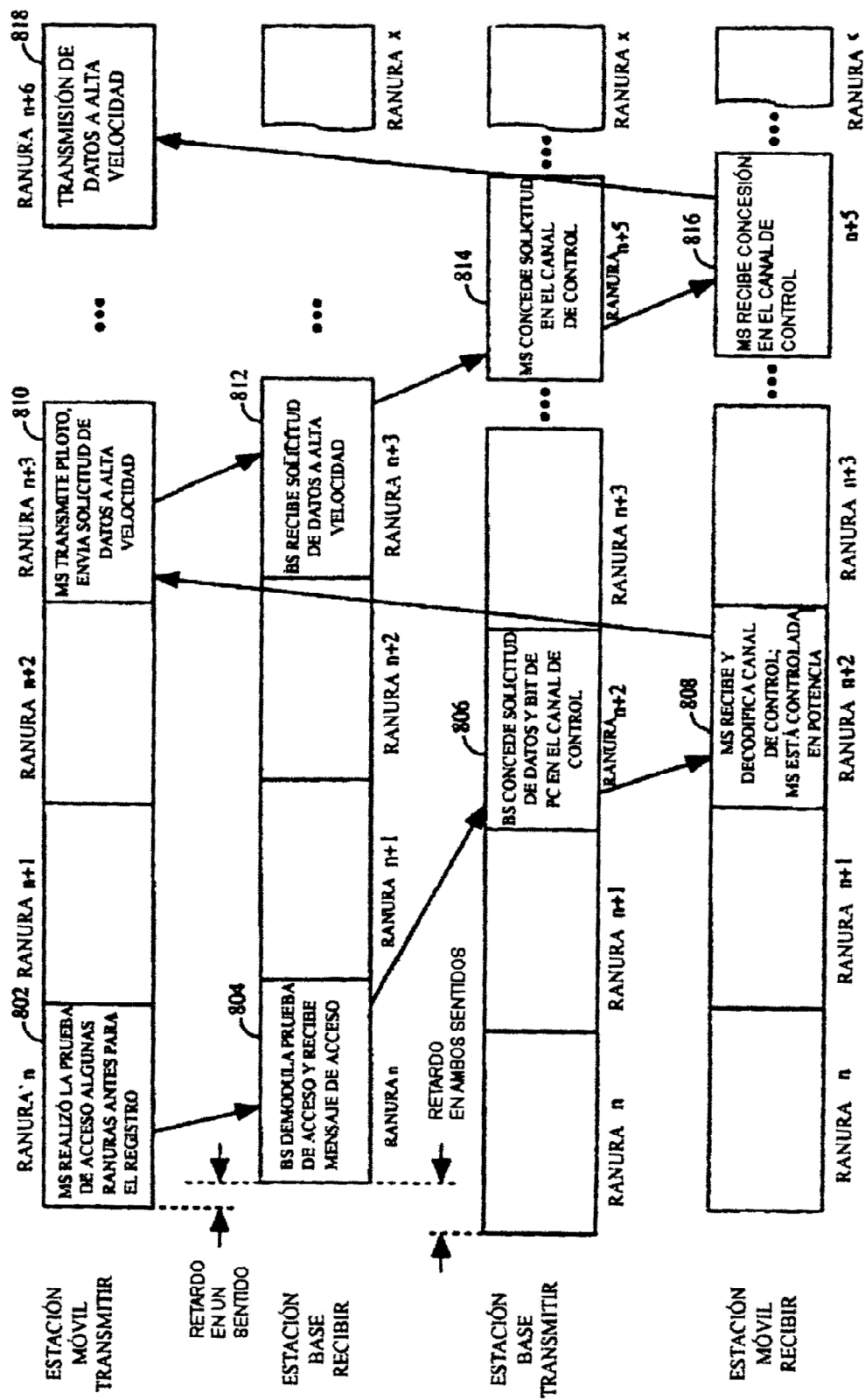


FIG. 8

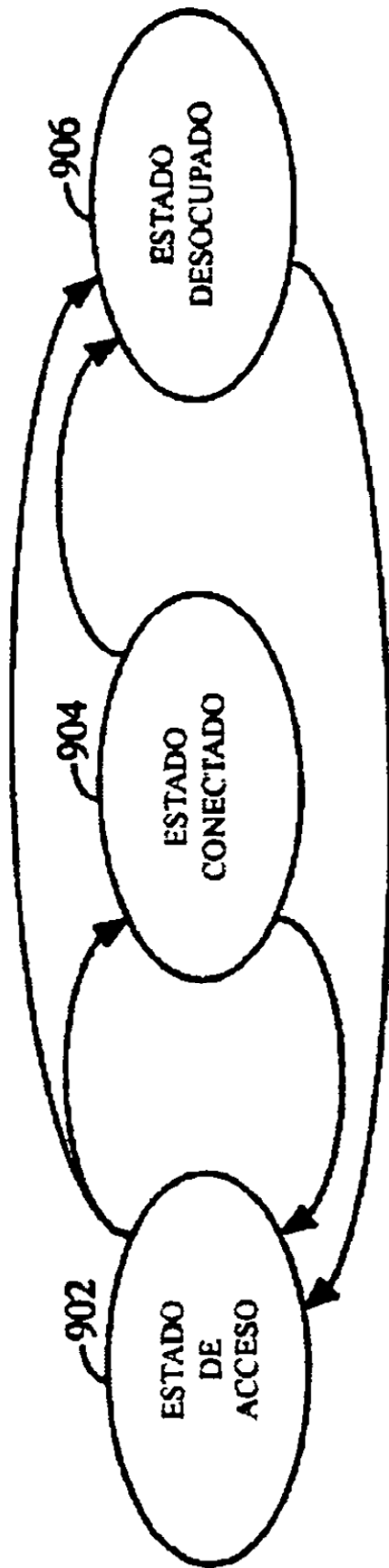


FIG. 9

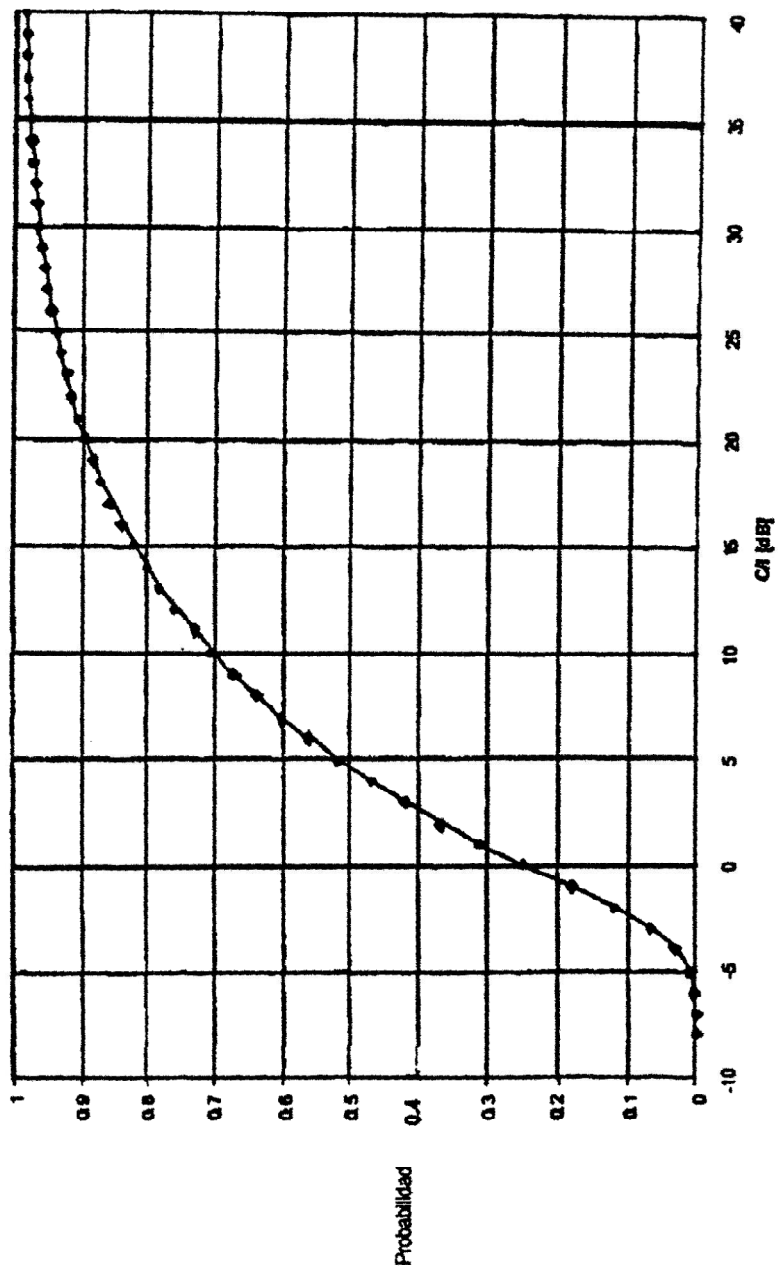


FIG. 10