

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 582**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00 (2006.01)

H04W 28/22 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.1998 E 09168273 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.01.2017 EP 2114040**

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

30 Prioridad:

03.11.1997 US 963386

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

11.07.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 623 582 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 de transmisión de datos por paquetes a alta velocidad.

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

10 La presente invención se refiere a la comunicación de datos. Más en particular, 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 Se requiere un sistema de comunicación moderno para dar soporte a una diversidad de aplicaciones. Un sistema de comunicación de ese tipo 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" ["Norma de compatibilidad entre estación móvil y estación base de TIA/EIA/IS-95 para un sistema celular de espectro ensanchado, banda ancha y modalidad dual"], a la que se hace referencia en lo sucesivo como la norma IS-95. El sistema de CDMA admite comunicaciones de datos y por voz entre usuarios por un enlace
20 terrestre. La utilización de técnicas de CDMA en un sistema de comunicación de acceso múltiple se divulga en la patente estadounidense con N° de serie 4.901.307, titulada "SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS" ["SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE ACCESO MÚLTIPLE Y ESPECTRO ENSANCHADO QUE UTILIZA REPETIDORES POR SATÉLITE O TERRESTRES"], y en la patente estadounidense con N° de serie 5.103.459, titulada "SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING WAVEFORMS IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM" ["SISTEMA Y PROCEDIMIENTO PARA GENERAR ONDAS EN UN SISTEMA DE TELEFONÍA CELULAR DE CDMA"], ambas transferidas al cesionario de la presente invención.

30 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, según el contexto en el que se utiliza el término. Un sector es una partición de la célula. Puesto que un sector de un sistema de CDMA tiene los atributos de una célula, las enseñanzas descritas en términos de células se extienden inmediatamente a sectores.

35 En el sistema de 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 por 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 por 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 de la norma IS-95, al enlace directo y al enlace inverso están asignadas frecuencias distintas.

45 La estación móvil se comunica con al menos una estación base durante una comunicación. Las estaciones móviles de CDMA pueden comunicarse con múltiples estaciones base simultáneamente durante el traspaso continuo (soft handoff). El traspaso continuo es el proceso de establecer un enlace con 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 el sistema para proporcionar una comunicación con una estación móvil a través de más de una estación base durante el proceso de traspaso continuo se divulgan en la patente estadounidense con N° de serie 5.267.261, titulada "MOBILE ASSISTED SOFT HANDOFF IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM" ["TRASPASO CONTINUO MÓVIL ASISTIDO EN UN SISTEMA DE TELEFONÍA CELULAR DE CDMA"], transferida al cesionario de la presente invención. El traspaso más continuo es el proceso por el que la comunicación se produce sobre múltiples sectores atendidos por la misma estación base. El proceso de traspaso más continuo se describe en detalle en la solicitud de patente estadounidense en tramitación junto con la presente, con N° de serie 08/763,498, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING HANDOFF BETWEEN SECTORS OF A COMMON BASE STATION" ["PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA REALIZAR EL TRASPASO ENTRE SECTORES DE UNA ESTACIÓN BASE COMÚN"], presentada el 11 de diciembre de 1996, trasferida al cesionario de la presente invención y publicada el 03 de agosto de 1999, con el número de publicación US 5 933 787.

60 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 por 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 con N° de serie 5.504.773, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR THE FORMATTING OF DATA FOR TRANSMISSION" ["PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA EL FORMATEO DE DATOS PARA SU TRANSMISIÓN"], 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
65 Kbps.

Una diferencia importante entre los servicios de voz y los servicios de datos es el hecho de que los primeros imponen requisitos de retardo rigurosos y fijos. Típicamente, 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 eficacia del sistema de comunicación de datos. Específicamente, pueden utilizarse técnicas de codificación de corrección de errores más eficaces que requieren retardos significativamente mayores que aquellos que pueden ser tolerados por los servicios de voz. Un esquema de codificación eficaz a modo de ejemplo para datos se divulga en la solicitud de patente estadounidense con N° de serie 08/743.688 titulada "SOFT DECISION OUTPUT DECODER FOR DECODING CONVOLUTIONALLY ENCODED CODEWORDS" ["DECODIFICADOR DE SALIDA DE DECISIÓN SUAVE PARA DECODIFICAR PALABRAS DE CÓDIGO CODIFICADAS CONVOLUTIVAMENTE"], presentada el 6 de noviembre de 1996, transferida al cesionario de la presente invención y publicada el 14 de mayo de 1998, con el número 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) fijo y común para todos los usuarios. Típicamente, para los sistemas digitales que proporcionan servicios de voz, esto se traduce en una velocidad de transmisión fija e igual 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 eficacia total del sistema de comunicación de datos. El GOS de un sistema de comunicación de datos se define típicamente 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 de 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 con errores pueden retransmitirse. Para los servicios de datos, la potencia de transmisión utilizada para dar soporte al traspaso continuo puede utilizarse más eficazmente para transmitir datos adicionales.

Los parámetros que miden la calidad y eficacia de un sistema de comunicación de datos son el retardo de transmisión necesario para transferir un paquete de datos y la tasa del caudal medio 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 del caudal medio es una medida de la eficacia de la capacidad de la transmisión de datos del sistema de comunicación.

Es bien conocido que, en sistemas celulares, la razón entre señal y ruido e interferencia, C/I, de cualquier 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 de TDMA y de FDMA recurren a técnicas de reutilización de frecuencia, es decir, no todos los canales de frecuencia y/o ranuras temporales se utilizan en cada estación base. En un sistema de CDMA, se reutiliza la misma asignación de frecuencia en cada célula del sistema, mejorando de ese modo la eficacia global. La razón C/I que logra cualquier estación móvil dada del usuario determina la tasa de información que puede disponer de soporte 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 logra un nivel de rendimiento dado a un nivel correspondiente de la razón 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 razón C/I lograda dentro de las células idealizadas.

La razón C/I lograda por cualquier usuario dado es una función de la pérdida de trayecto que, para sistemas celulares terrestres, se incrementa de r^3 a r^5 , donde r es la distancia a la fuente emisora. Además, la pérdida de trayecto está sujeta a variaciones aleatorias debidas a obstrucciones humanas o naturales dentro del trayecto de la onda de radio. Estas variaciones aleatorias se modelan típicamente como un proceso aleatorio de ensombrecimiento logarítmico normal con una desviación estándar de 8 dB. La distribución de C/I resultante, lograda 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 de C/I lograda sólo puede conseguirse si, en cualquier instante en el tiempo y en cualquier ubicación, la mejor estación base, que está definida como la que logra el mayor valor de 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 trayecto, tal como se ha escrito anteriormente, la señal con el mayor valor de C/I puede ser una diferente a la distancia física mínima desde la estación móvil. Por el contrario, si una estación móvil fuera a comunicarse sólo a través de la estación base de mínima distancia, la razón C/I puede degradarse significativamente. Por lo tanto, es beneficioso para las estaciones móviles comunicarse con y desde la mejor estación base de servicio en todo momento, logrando de ese modo el valor óptimo de C/I. También puede observarse que la gama de valores de la razón C/I lograda, en el modelo idealizado anterior y tal como se muestra en la FIG. 10, es tal que la diferencia entre el valor supremo y el ínfimo puede ser tan grande como 10.000. En una implementación práctica, la gama se limita típicamente a

aproximadamente 1:100 o 20dB. Por tanto, es posible para una estación base de CDMA servir a estaciones móviles con velocidades de transferencia de bits de información que pueden variar tanto como en un factor de 100, dado que se cumple la siguiente relación:

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

donde 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 la densidad de interferencia, necesaria para lograr 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 E_b/I_o medio igual a 3 dB, entonces una estación móvil que logra un valor de 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 significativa desde estaciones base adyacentes y sólo puede lograr una razón C/I de -7 dB, no se puede prestar soporte a la comunicación fiable a una velocidad de transferencia de datos mayor que 122,88 Kbps. Por lo tanto, un sistema de comunicación diseñado para optimizar el caudal 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 a la que el usuario remoto puede dar soporte de forma fiable. El sistema de comunicación de datos de la presente invención explota las características citadas anteriormente y optimiza el caudal de datos desde las estaciones base de CDMA a las estaciones móviles.

El documento WO 97/09810 A1 divulga un sistema para las comunicaciones de múltiples velocidades, que admiten velocidades de datos diferentes para cada unidad de datos en un canal, incluyendo unidades de datos tanto desde unidades móviles diferentes como desde la misma unidad móvil. Una unidad de envío comienza preferentemente determinando la velocidad a la cual iniciar las comunicaciones y monitoriza, por ejemplo, mediante el uso de un detector RSSI, una indicación de que debería cambiarse la velocidad. Un ajustador de velocidad implementa el cambio y puede hacer cambios tan frecuentemente como cada unidad de datos. El codificador aplica la velocidad apropiada e inserta un indicador de velocidad indicativo de la velocidad de transferencia de datos o de codificación y envía la unidad de datos. Al recibir unidades de datos, la unidad receptora determina primero la velocidad para cada unidad de datos o grupo de unidades y luego decodifica apropiadamente la(s) unidad(es) de datos.

El documento WO 95/03652 A1 divulga un procedimiento y un sistema para asignar un conjunto de secuencias ortogonales de código PN de longitud variable entre canales de usuario operativos a distintas velocidades de datos en un sistema de comunicación de espectro ensanchado. Se construyen secuencias de código PN que proporcionan ortogonalidad entre los usuarios. Las señales se comunican entre un sitio de célula y unidades móviles usando señales de comunicación de espectro ensanchado y secuencia directa. Las señales de información comunicadas por los canales de enlace de célula a móvil se codifican, se entrelazan y se modulan con cobertura ortogonal de cada símbolo de información. Se emplean códigos ortogonales de funciones de Walsh de longitud variable para modular las señales de información. Se realizan asignaciones de código sobre la base de las velocidades de datos de canal. Puede emplearse un esquema de modulación esencialmente similar en el enlace de móvil a célula.

El documento US 5.434.860 A proporciona la transmisión y el control de flujo de transmisiones por Internet en tiempo real a través de redes de ordenadores. Una transmisión de datos en tiempo real se transmite en paquetes de datos desde un origen de datos, de acuerdo con un protocolo predeterminado a través de una red compartida, por ejemplo. Los paquetes de datos de dicha transmisión de datos en tiempo real se reciben en un destino de datos conectado a la red de área local. El destino de datos determina una velocidad de transferencia de datos sugerida para el origen de datos en base, en parte, a cierto número de paquetes de datos perdidos durante un intervalo de tiempo anterior y transmite la velocidad de transferencia de datos sugerida al origen de datos. La velocidad de transferencia de datos sugerida se recibe en el origen de datos, que ajusta su velocidad de transferencia de datos de acuerdo con la velocidad de transferencia de datos sugerida.

SUMARIO DE LA INVENCIÓN

La invención está definida en las reivindicaciones independientes 1, 9 y 17.

La presente invención es un procedimiento y un aparato, novedosos y mejorados, para la transmisión de datos por paquetes a alta velocidad en un sistema de CDMA. La presente invención mejora la eficacia de un sistema de CDMA proporcionando medios para transmitir datos por los enlaces directos e inversos. Cada estación móvil se comunica con una o más estaciones base y monitoriza los canales de control durante la comunicación con las estaciones base. Los canales de control pueden ser utilizados por las estaciones base para transmitir pequeñas cantidades de datos, mensajes de radio-mensajería dirigidos a una estación móvil específica y mensajes de radiodifusión a todas las unidades móviles. El mensaje de radio-mensajería informa a la estación móvil de que la estación base tiene una gran cantidad de datos que transmitir a la estación móvil.

Es un objeto de la presente invención mejorar la utilización de la capacidad de los enlaces directos e inversos en el sistema de comunicación de datos. Tras la recepción de los mensajes de radio-mensajería desde una o más estaciones base, la estación móvil mide la razón entre señal y ruido e interferencia (C/I) de las señales de enlace directo (por ejemplo, las señales piloto de enlace directo) en cada ranura temporal y selecciona la mejor estación base utilizando un conjunto de parámetros que pueden comprender las mediciones de la razón C/I actuales y previas. En un ejemplo, en cada ranura temporal, la estación móvil transmite a la estación base seleccionada, por un canal de solicitud de datos dedicado (DRC), una solicitud de transmisión a la velocidad de transferencia de datos más alta a la que la razón C/I medida pueda prestar soporte de manera fiable. La estación base seleccionada transmite datos, en paquetes de datos, a una velocidad de transferencia de datos que no supera la velocidad de transferencia de datos recibida desde la estación móvil por el canal DRC. Al transmitir desde la mejor estación base en cada ranura temporal, se logran un caudal y un retardo de transmisión mejorados.

Es otro ejemplo mejorar el rendimiento transmitiendo desde la estación base seleccionada a la potencia de transmisión máxima, en la duración de una o más ranuras temporales, a una estación móvil, a la velocidad de transferencia de datos solicitada por la estación móvil. En el sistema de comunicación de CDMA a modo de ejemplo, las estaciones base funcionan a una determinada reducción de potencia (por ejemplo, de 3 dB) desde la potencia de transmisión disponible, para tener en cuenta las variaciones en la utilización. Así, la potencia de transmisión media es la mitad de la potencia máxima. Sin embargo, en la presente invención, dado que se planifican las transmisiones de datos a alta velocidad y la potencia, típicamente, no se comparte (por ejemplo, entre transmisiones), no es necesario reducir la potencia desde la potencia de transmisión máxima disponible.

Es otro ejemplo más mejorar la eficacia permitiendo a las estaciones base transmitir paquetes de datos a cada estación móvil durante un número variable de ranuras temporales. La capacidad para transmitir desde diferentes estaciones, de ranura temporal a ranura temporal, permite al sistema de comunicación de datos de la presente invención adaptarse rápidamente a los cambios del entorno operativo. Además, la capacidad para transmitir un paquete de datos sobre ranuras temporales no contiguas es posible en la presente invención debido a la utilización de un número de secuencia que identifica las unidades de datos dentro de un paquete de datos.

Es otro ejemplo más incrementar la flexibilidad remitiendo los paquetes de datos dirigidos a una estación móvil específica desde un controlador central a todas las estaciones base que sean 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 temporal. Ya que cada estación base comprende una cola que contiene los datos que van a transmitirse a la estación móvil, la transmisión eficaz de enlace directo puede producirse con un retardo de procesamiento mínimo.

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

Es otro ejemplo más para la estación móvil seleccionar las mejores candidatas de estación base para la comunicación basándose en el procedimiento descrito en la solicitud de patente estadounidense con N° de serie 08/790.497, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING SOFT HANDOFF IN A WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM" ["PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA REALIZAR EL TRASPASO CONTINUO EN UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA"], presentada el 29 de enero de 1997, transferida al cesionario de la presente invención y publicada el 22 de julio de 1998, con el número de publicación WO 98 33 288 A2. En un modo de realización a modo de ejemplo, la estación base puede sumarse 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 un modo de realización alternativo, la estación base puede sumarse al conjunto activo si la energía adicional de la estación base (por ejemplo, según lo medido 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 no significativa de la energía recibida total en la estación móvil no se suma al conjunto activo.

Es otro ejemplo más para las estaciones móviles transmitir las solicitudes de velocidad de transferencia 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 pueda distinguir los mensajes de DRC, asegurando por tanto que la transmisión de enlace directo en cualquier ranura temporal dada es desde la estación base seleccionada. En el modo de realización a modo de ejemplo, se asigna a cada estación base en comunicación con la estación móvil un código de Walsh único. La estación móvil cubre el mensaje de DRC con el código de Walsh correspondiente a la estación base seleccionada. Otros códigos pueden utilizarse para cubrir los mensajes de DRC aunque típicamente se utilizan los códigos ortogonales y se prefieren los códigos de Walsh.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las características, objetivos y ventajas de la presente invención se tornarán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación cuando se considere conjuntamente con los dibujos, en los que los caracteres de referencia iguales 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 a modo de ejemplo de los subsistemas del sistema de comunicación de datos de la presente invención;

las FIGS. 3A a 3B son diagramas de bloques 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 a 4C son diagramas a modo de ejemplo del canal de tráfico directo y del canal de control de potencia, respectivamente;

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

las FIGS. 4E a 4G son diagramas de los dos formatos de paquete de datos a modo de ejemplo y de 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 por el enlace directo;

la FIG. 6 es un diagrama de bloques 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;

las FIGS. 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 por el enlace inverso;

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

la FIG. 10 es un diagrama de la función de distribución acumulativa (CDF) de la distribución de 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 máxima velocidad de transferencia de datos que puede disponer de soporte 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 máxima de transferencia de datos 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 por una o más ranuras temporales (o ranuras). En cada ranura temporal, 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 en busca de 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 razón entre señal y ruido e interferencia (C/I) de la señal piloto de enlace directo desde 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. Los 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 operativos de la estación móvil se describen más adelante.

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

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 radio-mensajería, mediante una o más estaciones base, a la estación móvil por los canales de control respectivos. La estación base puede transmitir todos los mensajes de radio-mensajería 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 por uno o más canales de control para recibir los mensajes de radio-mensajería.

5 Tras decodificar los mensajes de radio-mensajería, y durante cada ranura temporal hasta que se complete la transmisión de datos, la estación móvil mide la razón C/I de las señales de enlace directo desde las estaciones base en el conjunto activo, según se reciben en la estación móvil. La razón 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 razón C/I, actuales y previas, y la tasa de errores de bits y la tasa de errores de paquetes. Por ejemplo, la mejor estación base puede seleccionarse basándose en la mayor medición de la razón 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 de DRC) por el canal de solicitud de datos (al que se hace referencia en lo sucesivo como el canal de DRC). En un ejemplo, el mensaje de DRC puede contener la velocidad de transferencia de datos solicitada o, en otro ejemplo, una indicación de la calidad del canal de enlace directo (por ejemplo, la propia medición de C/I, la tasa de errores de bits o la tasa de errores de paquetes). En el modo de realización a modo de ejemplo, la estación móvil puede dirigir la transmisión del mensaje de DRC a una estación base específica mediante la utilización de un código de Walsh que identifica de forma unívoca la estación base. A los símbolos del mensaje de DRC se les aplica una operación de O exclusivo (XOR) con el código de Walsh único. Ya que se identifica a cada estación base en el conjunto activo de la estación móvil mediante un código de Walsh único, sólo la estación base seleccionada que realiza la misma operación XOR que la realizada por la estación móvil, con el código de Walsh correcto, puede decodificar correctamente el mensaje de 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.

25 En cada ranura temporal, la estación base puede seleccionar cualquiera de las estaciones móviles radio-localizadas 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 de 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 para esa estación móvil. En el modo de realización a modo de ejemplo, este código de ensanchamiento es el código largo de pseudo-ruido (PN) que está definido por la norma IS-95.

35 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 diferentes de unidad de datos, 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 faltantes mediante el 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 en particular qué unidades de datos no fueron recibidas por la estación móvil. Las estaciones base planifican entonces una retransmisión de dichas unidades de datos.

45 Cada estación móvil en el sistema de comunicación de datos puede comunicarse con múltiples estaciones base por el canal inverso. En el modo de realización a modo de ejemplo, el sistema de comunicación de datos de la presente invención presta soporte al traspaso continuo y al traspaso más continuo por el enlace inverso, por varias razones. En primer lugar, el traspaso continuo no consume capacidad adicional por el enlace inverso, sino que más bien permite a las estaciones móviles transmitir datos al nivel mínimo de potencia, 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.

55 En un 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 lograrse ganancias adicionales en la capacidad del enlace directo utilizando antenas direccionales y/o filtros espaciales adaptativos. Un procedimiento y un aparato a modo de ejemplo para proporcionar transmisiones direccionales se divulgan en la solicitud de patente estadounidense en tramitación junto con la presente, con N° de serie 08/575.049, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR DETERMINING THE TRANSMISSION DATA RATE IN A MULTI-USER COMMUNICATION SYSTEM" ["PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE DATOS DE TRANSMISIÓN EN UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE MÚLTIPLES USUARIOS"], presentada el 20 de diciembre de 1995 y publicada el 05 de enero de 1999, con el número de publicación US 5857147, y la solicitud de patente estadounidense con N° de serie 08/925.521, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR PROVIDING ORTHOGONAL SPOT BEAMS, SECTORS, AND PICOCELLS" ["PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA PROPORCIONAR HACES PUNTALES ORTOGONALES, SECTORES Y PICO-CÉLULAS"], presentada el 8 de septiembre de 1997 y publicada el 18 de marzo de 1999, con el número de publicación WO 9913605 A1, ambas transferidas al cesionario de la presente invención.

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 a 2g. Una estación base 4 correspondiente da servicio a cada célula 2. Varias estaciones móviles 6 están dispersas por todo el sistema de comunicación de datos. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada estación móvil 6 se comunica, a lo sumo, con una estación base 4 por el enlace directo en cada ranura temporal, pero puede estar en comunicación con una o más estaciones base 4 sobre el enlace inverso, en función 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 por el enlace directo en una ranura temporal 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 para simplificar.

Como se muestra en la FIG. 1, cada estación base 4 transmite preferentemente datos a una estación móvil 6 en cualquier momento dado. Las estaciones móviles 6, especialmente aquellas ubicadas cerca de una frontera celular, 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(s) 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 de estación base 10 se interconecta con la interfaz de red por paquetes 24, la 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, para simplificar). El controlador de estación base 10 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 de estación base 10 contiene muchos elementos selectores 14, aunque sólo se muestra uno en la FIG. 2, para simplificar. Un elemento selector 14 se asigna para controlar la comunicación entre una 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 de control de llamadas 16 de la necesidad de enviar un mensaje por radio a la estación móvil 6. El procesador de control de llamadas 16 ordena entonces a la estación base 4 enviar un mensaje por radio a la estación móvil 6.

El origen de datos 20 contiene los datos que van a transmitirse a la estación móvil 6. El origen 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, en 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 se formatea con otros bits de control y codificación, y se codifica. Si la transmisión de datos ocurre por múltiples canales de Walsh, el paquete codificado se demultiplexa en flujos paralelos, con cada flujo transmitido por un canal de 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, el paquete intercalado se aleatoriza con una secuencia de aleatorización, se cubre con cubiertas de Walsh y se ensancha con el código largo de PN y los códigos cortos de PN_1 y PN_Q . Los datos ensanchados se modulan en cuadratura, se filtran y amplifican mediante un transmisor dentro de una unidad de RF 44. La señal de enlace directo se transmite por el aire a través de la antena 46 por el enlace directo 50.

En la estación móvil 6, la señal de enlace directo es recibida por la antena 60 y encaminada a un receptor dentro del terminal de entrada 62. El receptor filtra, amplifica, desmodula en cuadratura y cuantiza la señal. La señal digitalizada se proporciona a un demodulador (DEMODO) 64 en el que se desensancha con el código largo de PN y los códigos cortos de PN_1 y PN_Q cortos, se descubre con las cubiertas de Walsh y se des-aleatoriza con la secuencia de aleatorización idéntica. Los datos desmodulados se proporcionan a un decodificador 66 que realiza a la inversa las funciones de procesamiento de señales 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 ha descrito anteriormente, da soporte a la transmisión de datos, la mensajería, la voz, el vídeo y otras comunicaciones por el enlace directo.

5 Las funciones de planificación y control del sistema pueden realizarse 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 el procesamiento distribuido, el planificador de canal 48 puede ubicarse dentro de cada estación base 4. A la inversa, para el procesamiento centralizado, el planificador de canal 48 puede ubicarse dentro del controlador de estación base 10 y puede designarse para coordinar las transmisiones de datos de
10 múltiples estaciones base 4. Pueden contemplarse otras implementaciones de las funciones anteriormente descritas, y están dentro del alcance de la presente invención.

15 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(es) base 4 por 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 dentro de 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 de DRC desde las estaciones móviles 6. El planificador de canal 48 planifica una transmisión de datos a alta velocidad de manera que se optimicen los objetivos del sistema de caudal máximo y retardo de transmisión mínimo.

20 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 con N° de serie 08/741.320, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR PROVIDING HIGH SPEED DATA COMMUNICATIONS IN A CELLULAR ENVIRONMENT" ["PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA PROPORCIONAR COMUNICACIONES DE DATOS A ALTA VELOCIDAD EN UN ENTORNO CELULAR"], presentada el 11 de septiembre de 1996, transferida al cesionario de la presente invención y publicada el 07 de mayo de 1998, con el número de publicación WO9819481 A2. En la presente invención, la planificación de la comunicación de datos puede basarse en
25 consideraciones adicionales tales como el GOS del usuario, el tamaño de la cola, el tipo de datos, la magnitud del retardo ya experimentada y la tasa de errores de la transmisión de datos. Estas consideraciones se describen en detalle en la solicitud de patente estadounidense con N° de serie 08/798.951, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR FORWARD LINK RATE SCHEDULING" ["PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA LA PLANIFICACIÓN DE VELOCIDADES DE ENLACE DIRECTO"], presentada el 11 de febrero de 1997 y publicada el 13 de agosto, con el número de publicación WO 9835514 A2, y la solicitud de patente estadounidense con N° de Serie _____, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR REVERSE LINK RATE SCHEDULING" ["PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA LA PLANIFICACIÓN DE VELOCIDADES DE ENLACE INVERSO"], presentada el 20 de agosto de 1997 y publicada el 25 de febrero de 1999 con el número 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
30 dentro del alcance de la presente invención.

35 El sistema de comunicación de datos de la presente invención da soporte a transmisiones de datos y de mensajes por el enlace inverso. Dentro de la estación móvil 6, el controlador 76 procesa la transmisión de datos o mensajes encaminando los datos o el mensaje al codificador 72. El controlador 76 puede implementarse en un micro-controlador, un microprocesador, un chip de procesamiento de señales digitales (DSP) o en un ASIC programado para realizar la función según se describe en el presente documento.

40 En el modo de realización a modo de ejemplo, el codificador 72 codifica el mensaje, compatible con el formato de datos de señalización de Espacio y Ráfaga, descrito en la anteriormente mencionada patente estadounidense con N° de serie 5.504.773. El codificador 72 entonces genera y agrega un conjunto de bits de CRC, agrega un conjunto de bits de cola de código, codifica los datos y los bits agregados y reorganiza los símbolos dentro de los datos codificados. Los datos intercalados se proporcionan al modulador (MOD) 74.

45 El modulador 74 puede implementarse en muchos modos de realización. En el modo de realización a modo de ejemplo (véase la FIG. 6), los datos intercalados se cubren con códigos de Walsh, se ensanchan con un código largo de PN y se ensanchan adicionalmente con los códigos cortos de PN. Los datos ensanchados se proporcionan a un transmisor dentro del 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, por el enlace inverso 52.

50 En el modo de realización a modo de ejemplo, la estación móvil 6 ensancha los datos de enlace inverso según un código largo de PN. Cada canal de enlace inverso se define según el desfase temporal de una secuencia larga común de PN. 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 por un canal de enlace inverso no correlacionado, determinado según su único número de serie electrónico.

En la estación base 4, la señal de enlace inverso es recibida por la antena 46 y proporcionada a una unidad de RF 44. La unidad de RF 44 filtra, amplifica, desmodula y cuantiza la señal, y proporciona la señal digitalizada al elemento de canal 42. El elemento de canal 42 desensancha la señal digitalizada con los códigos cortos de PN y el código largo de PN. El elemento de canal 42 también realiza el descubrimiento del código de Walsh y la extracción de la señal piloto y el DRC. El elemento de canal 42 reorganiza entonces los datos desmodulados, decodifica los datos desintercalados y realiza la función de comprobación de CRC. Los datos decodificados, por ejemplo, los datos o el mensaje, se proporcionan al elemento selector 14. El elemento selector 14 encamina los datos y el mensaje al destino apropiado. El elemento de canal 42 también puede remitir 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 de acceso 902, la estación móvil envía sondas de acceso y espera la asignación de canal por parte de la estación base 4. La asignación de canal comprende una asignación de recursos, tal como la asignación de canal de control de potencia y de frecuencia. La estación móvil 6 puede pasar del estado de acceso 902 al estado conectado 904 si se envía un mensaje por radio y se alerta a la estación móvil 6 de una transmisión de datos inminente, o si la estación móvil 6 transmite datos por el enlace inverso. En el estado conectado 904, la estación móvil 6 intercambia (por ejemplo, transmite o recibe) datos y realiza operaciones de traspaso. Tras la finalización de un procedimiento de liberación, la estación móvil 6 pasa del estado conectado 904 al estado de reposo 906. La estación móvil 6 también puede pasar del estado de acceso 902 al estado de reposo 906 tras ser expulsada de una conexión con la estación base 4. En el estado de reposo 906, la estación móvil 6 escucha mensajes de sobrecarga y de radio-mensajería, recibiendo y decodificando mensajes por el canal de control directo, y realiza el procedimiento de traspaso en reposo. La estación móvil 6 puede pasar al estado de acceso 902 iniciando el procedimiento. El diagrama de estados mostrado en la FIG. 9 es sólo una definición de estados a modo de ejemplo que se muestra como ilustración. Otros diagramas de estados también 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 de CDMA. Tras la finalización del establecimiento de llamada, la estación móvil 6 monitoriza el canal de control en busca de mensajes de radio-búsqueda. Mientras está en el estado conectado, la estación móvil 6 comienza la transmisión de la señal piloto por 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, por el canal de control en el bloque 502. El mensaje por radio puede enviarse desde una o múltiples estaciones base 4, en función 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 de C/I en el bloque 504. La razón 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 de C/I, y transmite un mensaje de DRC por el canal de DRC en el bloque 506.

Dentro de la misma ranura temporal, la estación base 4 recibe el mensaje de DRC en el bloque 508. Si la ranura temporal 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 temporal 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 continuo. Estos dos casos se analizan 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 ha sido asignado para controlar la comunicación con esa estación móvil 6. El elemento selector 14 remite los datos a la cola 40 de datos dentro de la estación base 4. La estación base 4 pone en cola los datos y transmite un mensaje por radio en el canal de control. La estación base 4 monitoriza entonces el canal DRC de enlace inverso en busca de mensajes de DRC desde la estación móvil 6. Si no se detecta ninguna señal en el canal de DRC, la estación base 4 puede retransmitir el mensaje por radio hasta que se detecte el mensaje de 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 de DRC, a la estación base 4 por el canal de DRC. En otro ejemplo, la estación móvil 6 transmite una indicación de la calidad del canal de enlace directo (por ejemplo, la medición de C/I) a la estación base 4. En el modo de realización a modo de ejemplo, el mensaje de DRC de 3 bits se decodifica con decisiones suaves, mediante una estación base 4. En el modo de realización a modo de ejemplo, el mensaje de DRC se transmite dentro de la primera mitad de cada ranura temporal. La estación base 4 tiene entonces la mitad restante de la ranura temporal para decodificar el mensaje de DRC y configurar el hardware para la transmisión de datos en la siguiente ranura temporal sucesiva, si esa ranura temporal está disponible para la transmisión de datos a esta estación móvil 6. Si la siguiente ranura temporal sucesiva no está disponible, la estación base 4 espera hasta la siguiente ranura temporal disponible y continúa monitorizando el canal de DRC en busca de los nuevos mensajes de DRC.

En el primer ejemplo, la estación base 4 transmite a la velocidad de transferencia de datos solicitada. Este modo de realización otorga a la 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 decisión suave al decodificador. El decodificador decodifica los símbolos y realiza la verificación de trama sobre el paquete decodificado para determinar si el paquete se recibió correctamente. Si el paquete se recibió con errores o si el paquete estaba dirigido 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 ranura a ranura. En el modo de realización 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, las unidades de datos recibidas con errores se retransmiten.

La transmisión de los mensajes NACK puede implementarse de una manera similar a la transmisión del bit indicador de error (EIB) en el sistema de CDMA. La implementación y utilización de la transmisión del EIB se divulga en la patente estadounidense con N° de serie 5.568.483, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR THE FORMATTING OF DATA FOR TRANSMISSION" ["PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA EL FORMATEO DE DATOS PARA SU TRANSMISIÓN"], 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 realiza la medición de C/I y transmite una indicación de la calidad del enlace (por ejemplo, la medición de C/I) a la estación base 4. La estación base 4 puede ajustar la velocidad solicitada de transferencia de datos 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 ajustada de transferencia de datos puede transmitirse a la estación móvil 6 previamente, o simultáneamente, a la transmisión de datos a la velocidad ajustada de transferencia de datos, 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 ajustada de transferencia de datos antes de la transmisión de datos, la estación móvil 6 desmodula y decodifica el paquete recibido de la manera descrita en la primera realización. En el segundo caso, en el que la velocidad ajustada de transferencia de datos 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 ajustada de transferencia de datos, la estación móvil 6 decodifica los datos según la velocidad ajustada de transferencia de datos. Y en el tercer caso, en el que la velocidad ajustada de transferencia de datos 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 velocidad de transmisión para la selección de los datos decodificados. El procedimiento y el aparato para realizar la determinación de la velocidad de transferencia se describen en detalle en la solicitud de patente estadounidense con N° 08/730.863, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR DETERMINING THE RATE OF RECEIVED DATA IN VARIABLE RATE COMMUNICATION SYSTEM" ["PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE DATOS RECIBIDOS EN UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE VELOCIDAD VARIABLE"], presentada el 18 de octubre de 1996 y publicada el 30 de abril de 1998, con el número 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 ha descrito anteriormente si el resultado de la verificación de trama es negativo.

El análisis de aquí en adelante se basa en un ejemplo en el que la estación móvil 6 transmite a la estación base 4 el mensaje de 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 modo de realización a modo de 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 por el enlace inverso. En el modo de realización a modo de ejemplo, la transmisión de datos por el enlace directo a una estación móvil 6 particular se produce 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 de 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 de 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 de RPC por sus respectivos canales de Walsh de RPC.

Haciendo referencia a la FIG. 2, un elemento selector 14 asignado para controlar la comunicación con la estación móvil 6 remite 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 el elemento selector 14 transmiten un mensaje por radio a la estación móvil 6 por sus respectivos canales de control. Cuando la estación móvil 6 está en el estado conectado, la estación móvil 6 realiza 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 de C/I. La estación móvil 6 selecciona entonces una velocidad de transferencia de datos correspondiente a la medición de C/I y transmite un mensaje de DRC a la estación base 4 seleccionada. La estación móvil 6 puede dirigir la transmisión del mensaje de DRC a una estación base 4 particular, cubriendo el mensaje de DRC con la cubierta de 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 temporal posterior.

Después de transmitir los mensajes por radio, todas las estaciones base 4 en el conjunto activo monitorizan el canal de DRC en busca de un mensaje de DRC desde la estación móvil 6. De nuevo, debido a que el mensaje de DRC está cubierto con un código de Walsh, la estación base 4 seleccionada, asignada con idéntica cubierta de Walsh, puede descubrir el mensaje de DRC. Tras la recepción del mensaje de DRC, la estación base 4 seleccionada transmite datos a la estación móvil 6 en las siguientes ranuras temporales 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 son recibidas incorrectamente por la estación móvil 6, se transmite un mensaje NACK por 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 remitido al elemento selector 14 para su procesamiento. Tras el procesamiento del mensaje NACK, las unidades de datos se retransmiten utilizando el procedimiento como se ha descrito 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 de C/I y solicitar dinámicamente transmisiones de datos desde diferentes estaciones base 4 en cada ranura temporal, para mejorar la eficacia. En el modo de realización a modo de ejemplo, ya que la transmisión de datos se produce desde solamente una estación base 4 en cualquier ranura temporal dada, otras estaciones base 4 en el conjunto activo pueden no estar al tanto de 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 supone que los datos transmitidos han sido recibidos 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 velocidad de transmisión media y las 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 temporales, lo que da como resultado una pérdida de eficacia. Si se ha recibido una transmisión previa con errores, las estaciones base 4 pueden retransmitir esas unidades de datos fuera de 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 faltantes se

consideran como recibidas con errores. La estación móvil 6 transmite mensajes NACK correspondientes a las unidades de datos faltantes y estas unidades de datos se retransmiten.

5 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 con errores 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.

10 V. Otras consideraciones sobre 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 de 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 de C/I se realizan sobre las señales piloto durante el intervalo de tiempo en que 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.

20 En otras implementaciones de la presente invención, en las que las señales piloto se transmiten continuamente por un canal de código ortogonal, similar al de los sistemas de la norma IS-95, el efecto de trayectoria múltiple e interferencia puede distorsionar las mediciones de C/I. Asimismo, cuando se realiza la medición de 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 de 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 razón C/I de la señal de enlace directo, ya que no están presentes otras señales de interferencia. Sin embargo, cuando la unidad 6 móvil 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 razón C/I en una primera ranura temporal, cuando ninguna estación base 4 estaba transmitiendo datos a ninguna estación móvil 6, y recibir la transmisión de datos en una segunda ranura temporal, cuando todas las estaciones base 4 están transmitiendo datos en la misma ranura temporal. La medición de C/I en la primera ranura temporal, cuando todas las estaciones base 4 están en reposo, da una falsa indicación de la calidad de la señal de enlace directo en la segunda ranura temporal, ya que el estado del sistema de comunicación de datos ha cambiado. De hecho, la razón C/I real en la segunda ranura temporal puede degradarse hasta el punto de que no sea posible una decodificación fiable a la velocidad de transferencia de datos solicitada.

35 El escenario extremo opuesto se produce cuando una estimación de C/I por la 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 de C/I y la velocidad de transferencia de datos seleccionada son conservadoras y la transmisión se produce a una velocidad de transferencia más baja que la que podría decodificarse con fiabilidad, reduciéndose de este modo la eficacia de la transmisión.

45 En la implementación en la que la medición de C/I se realiza sobre una señal piloto continua o sobre la señal de tráfico, la predicción de la razón C/I en la segunda ranura temporal, basándose en la medición de la razón C/I en la primera ranura temporal, puede hacerse más exacta mediante tres realizaciones. En la primera realización, las transmisiones de datos desde las estaciones base 4 se controlan para que las estaciones base 4 no basculen constantemente entre los estados de transmisión y de reposo en ranuras temporales sucesivas. Esto puede lograrse 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.

50 En la segunda realización, cada estación base 4 transmite un bit de actividad futura (de aquí en adelante, mencionado como el bit de FAC) que indica si una transmisión se producirá en la media trama siguiente. La utilización del bit de FAC se describe en detalle posteriormente. La estación móvil 6 realiza la medición de C/I teniendo en cuenta el bit de FAC recibido desde cada estación base 4.

55 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 temporal se pone a disposición del planificador de canal 48. El planificador de canal 48 recibe las mediciones de C/I desde las estaciones móviles 6 y puede ajustar las mediciones de 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 razón C/I en la primera ranura temporal cuando ninguna estación base 4 adyacente está transmitiendo. La razón 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 temporal, ya que ninguna estaba planificada por el planificador de canal 48. En la planificación de la transmisión de datos en la segunda ranura temporal, el planificador de canal 48 sabe si una o más estaciones base 4 adyacentes transmitirán datos. El planificador de canal 48 puede ajustar la razón C/I medida en la primera ranura temporal para tener en cuenta la interferencia adicional que la estación móvil

6 recibirá en la segunda ranura temporal debido a las transmisiones de datos por las estaciones base 4 adyacentes. Como alternativa, si se mide la razón C/I en la primera ranura temporal cuando las estaciones base 4 adyacentes están transmitiendo y estas estaciones base 4 adyacentes no están transmitiendo en la segunda ranura temporal, el planificador de canal 48 puede ajustar la medición de 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 temporales sucesivas. La mejor medición de C/I puede bascular entre dos o más estaciones base 4 sobre ranuras temporales sucesivas si la estación móvil 6 mide una razón C/I aproximadamente igual para estas estaciones base 4. La basculación puede deberse a desviaciones en las mediciones de C/I y/o a cambios en la condición de canal. Una transmisión de datos mediante estaciones base 4 diferentes en ranuras temporales sucesivas puede dar como resultado una pérdida de la eficacia.

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

En el esquema de temporización a modo de ejemplo, la estación base 4 transmite paquetes de datos a la estación móvil 6 durante un número predeterminado de ranuras temporales. No se permite a la estación móvil 6 seleccionar una estación base 4 transmisora diferente dentro del número predeterminado de ranuras temporales. La estación móvil 6 continúa midiendo la razón C/I de la estación base 4 transmisora actual en cada ranura temporal y selecciona la velocidad de transferencia de datos en respuesta a la medición de 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 datos y bits de sobrecarga. En el modo de realización a modo de ejemplo, el número de bits de sobrecarga 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 con el tamaño del paquete y la eficacia es alta. A las 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 temporales. Preferentemente, los paquetes de datos de longitud variable se transmiten a la estación móvil 6 sobre ranuras temporales 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 con soporte, 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 a la estación base 4 y a la velocidad de transferencia de datos máxima con soporte del sistema de comunicación de datos, a una única estación móvil 6 en cualquier ranura dada. La velocidad máxima de transferencia de datos que puede disponer de soporte es dinámica y depende de la razón C/I de la señal de enlace directo, medida por la estación móvil 6. Preferentemente, la estación base 4 transmite sólo a una estación móvil 6 en cualquier ranura temporal dada.

Para facilitar la transmisión de datos, el enlace directo comprende cuatro canales multiplexados en el 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 cierto número de canales de Walsh ensanchados ortogonalmente. En la presente invención, el canal de tráfico se usa para transmitir datos de tráfico y mensajes de radio-mensajería a las estaciones móviles 6. Cuando se usa para transmitir mensajes de radio-mensajería, el canal de tráfico también se menciona 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 diseñados para un sistema de CDMA que sea compatible con la norma IS-95. Sin embargo, el sistema de comunicación de datos de la presente invención puede adoptarse para su uso 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.

5 En el modo de realización a modo de ejemplo, los códigos cortos PN_I y PN_Q son los 2^{15} códigos de PN de igual longitud que se especifican en la norma IS-95. A la velocidad de transferencia de segmentos de 1,2288 MHz, las secuencias cortas de PN se repiten cada 26,67 ms {26,67 ms = $2^{15}/1,2288 \times 10^6$ }. En el modo de realización a modo de ejemplo, los mismos códigos cortos de PN son usados 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 cortas básicas de PN. En el modo de realización a modo de ejemplo, el desplazamiento es en incrementos de 64 segmentos. Otro ancho de banda y otros códigos de PN pueden utilizarse, y entran dentro del alcance de la presente invención.

VII. Canal de tráfico de enlace directo

15 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 de CRC 112. Para cada paquete de datos, el codificador de CRC 112 genera bits de comprobación de trama (por ejemplo, los bits de paridad de CRC) e inserta los bits de cola de código. El paquete formateado proveniente del codificador de CRC 112 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 el modo de realización a modo de ejemplo, codifica el paquete según el formato de codificación divulgado en la solicitud de patente estadounidense con 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 proveniente 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 punción de trama 118, que elimina una fracción del paquete de la manera descrita más adelante. El paquete punzado se proporciona al multiplicador 120, que aleatoriza los datos con la secuencia de aleatorización del aleatorizador 122. El elemento de punción 118 y el aleatorizador 122 se describen más detalladamente más adelante. La salida del multiplicador 120 comprende el paquete aleatorizado.

30 El paquete aleatorizado se proporciona a un controlador de velocidad de transmisión variable 130, que demultiplexa el paquete en K canales paralelos, en fase y en cuadratura, siendo K dependiente de la velocidad de transferencia de datos. En el modo de realización a modo de ejemplo, el paquete aleatorizado se demultiplexa en primer lugar en los flujos en fase (I) y en cuadratura (Q). En el modo de realización a modo de ejemplo, el flujo I comprende símbolos indizados pares y el flujo Q comprende símbolos indizados impares. Cada flujo se demultiplexa adicionalmente en K canales paralelos de modo que la velocidad de símbolos de cada canal sea fija para todas las velocidades de transferencia de datos. Los K canales de cada flujo se proporcionan a un elemento de cobertura de Walsh 132 que cubre cada canal con una función de Walsh para proporcionar canales ortogonales. Los datos de canal ortogonal se proporcionan al elemento de ganancia 134, que ajusta a escala los datos para mantener una energía total constante por segmento (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 analiza 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 de Walsh y los canales Q de 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 de Walsh y los canales Q de Walsh se proporcionan a los sumadores 212a y 212b, respectivamente, que suman los canales K de 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:

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

55 donde 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 los filtros 216a y 216b, respectivamente, que filtran las señales. Las señales filtradas de los filtros 216a y 216b se proporcionan a los 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 las Q moduladas se proporcionan a un sumador 220 que suma las señales para proporcionar la onda S(t) modulada directa.

En el modo de realización a modo de ejemplo, el paquete de datos se ensancha con el código largo de PN y los códigos cortos de PN. El código largo de PN aleatoriza el paquete de modo que solamente la estación móvil 6, a la que está destinado el paquete, pueda desaleatorizar el paquete. En el modo de realización a modo de ejemplo, los bits de control de piloto y potencia y el paquete del canal de control se ensanchan con los códigos cortos de PN, pero no con el código largo de PN, para permitir que todas las estaciones móviles 6 reciban estos bits. La secuencia larga de PN es generada por el generador de código largo 232 y se proporciona al multiplexador (MUX) 234. La máscara larga de PN determina el desplazamiento de la secuencia larga de PN y se asigna de manera unívoca a la estación móvil 6 de destino. La salida del MUX 234 es la secuencia larga de PN durante la parte de datos de la transmisión y cero en otros casos (por ejemplo, durante la parte de piloto y de control de potencia). La secuencia larga de PN de GateD del MUX 234 y las secuencias cortas PN_I y PN_Q del generador de código corto 238 se proporcionan a los 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 del canal de tráfico a modo de ejemplo, mostrado en las FIGS. 3A y 3B, es una de las numerosas arquitecturas que dan soporte a la codificación y modulación de datos en el enlace directo. Otras arquitecturas, tales como la arquitectura para el canal de tráfico de enlace directo en el sistema de 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, las velocidades de transferencia de datos con soporte en las estaciones base 4 están predeterminadas y a cada velocidad de transferencia de datos con soporte se asigna un índice de velocidad de transferencia único. La estación móvil 6 selecciona una de las velocidades de transferencia de datos con soporte basándose en la medición de la razón C/I. Puesto que la velocidad de transferencia de datos solicitada necesita ser enviada a una estación base 4 para dirigir a esa estación base 4 para transmitir datos a la velocidad de transferencia de datos solicitada, se realiza un compromiso entre el número de velocidades de datos con soporte 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 con soporte 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 con soporte se ilustra en la Tabla 1. Pueden concebirse diferentes definiciones de las velocidades de transferencia de datos con soporte y entran dentro del alcance de la presente invención.

En el modo de realización a modo de ejemplo, la velocidad mínima de transferencia de datos es de 38,4 Kbps y la velocidad máxima de transferencia de datos es de 2,4576 Mbps. La velocidad mínima de transferencia de datos se selecciona basándose en el peor caso de medición de la razón 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 con soporte se escogen de tal manera que la diferencia entre velocidades sucesivas de transferencia de datos con soporte sea de 3 dB. El incremento de 3 dB es un punto intermedio entre diversos factores que incluyen la precisión de la medición de la razón C/I que puede ser lograda por la estación móvil 6, las pérdidas (o ineficacias) que resultan de la cuantización de las velocidades de transferencia de datos basándose en la medición de la razón C/I, y el número de bits (o velocidad de transferencia de bits) necesarios para transmitir la velocidad solicitada de transferencia de datos desde la estación móvil 6 a la estación base 4. Más velocidades de transferencia de datos con soporte requieren más bits para identificar la velocidad de transferencia de datos solicitada, pero admite un uso más eficaz del enlace directo debido al menor error de cuantización entre la máxima velocidad calculada de transferencia de datos y la velocidad de transferencia de datos con soporte. La presente invención se orienta al uso de cualquier número de velocidades de transferencia de datos con soporte y de 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	
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 símbolos de Walsh	153,6	307,2	614,4	1228,8	2457,6	2457,6	4915,2	Ksps
Canal de Walsh / fase de QPSK	1	2	4	8	16	16	16	canales
Velocidad de	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8 ¹	ksps

transferencia del modulador								
Segmentos de PN /bit de datos	32	16	8	4	2	1	0,5	segmentos/bit
Velocidad de transferencia de segmentos de 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	QAM1	
Índice de velocidad de transferencia	0	1	2	3	4	5	6	
Nota: (1) modulación 16-QAM								

Un diagrama de la estructura de trama de enlace directo a modo de ejemplo de la presente invención se ilustra en la figura 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 cortas de PN, o 26,67 ms. Cada trama puede llevar información del canal de control dirigida a todas las estaciones móviles 6 (trama de canal de control), datos de tráfico dirigidos a una estación móvil 6 particular (trama de tráfico), o puede estar vacía (trama desocupada). El contenido de cada trama está determinado por la planificación realizada por la estación base 4 transmisora. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada trama comprende 16 ranuras temporales, teniendo cada ranura temporal una duración de 1,667 ms. Una ranura temporal de 1,667 ms es adecuada para permitir a la estación móvil 6 realizar la medición de la razón C/I de la señal de enlace directo. Una ranura temporal de 1,667 ms también representa una cantidad de tiempo suficiente para la transmisión eficaz de datos en paquetes. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada ranura temporal se divide adicionalmente en cuatro cuartos de ranura.

En la presente invención, cada paquete de datos se transmite sobre una o más ranuras temporales 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 o 2048 bits. Por tanto, el número de ranuras temporales necesarias para transmitir cada paquete de datos depende de la velocidad de transferencia de datos y varía desde 16 ranuras temporales para la velocidad de transferencia de 38,4 Kbps hasta 1 ranura temporal 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 figura 4B. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada ranura comprende tres de los cuatro canales multiplexados en el 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 temporal. 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 punza para alojar las ráfagas piloto y de control de potencia. 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 punzan, tal como se muestra en la figura 4D. El resto de símbolos de código se sesgan en el tiempo para alinearse con los intervalos de transmisión del canal de tráfico.

Los símbolos de código punzados se aleatorizan para aleatorizar los datos antes de aplicar la cubierta ortogonal de Walsh. La aleatorización limita la envolvente entre máximo y promedio en la onda $S(t)$ modulada. La secuencia de aleatorización 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 aleatorizador 122 se carga con el estado LC al inicio de cada ranura. En el modo de realización a modo de ejemplo, el reloj del aleatorizador 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 de Walsh directos (para el canal de tráfico y el canal de control de potencia) se ensanchan ortogonalmente con cubiertas de Walsh de 16 bits a la velocidad fija de transferencia de segmentos de 1,2288 Mcps. El número de canales K ortogonales paralelos por señal en fase y señal 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 inferiores de transferencia de datos, las cubiertas de Walsh en fase y en cuadratura se escogen para que sean conjuntos ortogonales, para minimizar la diafonía para los errores de estimación de fase del demodulador. Por ejemplo, para 16 canales de Walsh, una asignación de 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 de 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 aleatorizados se demultiplexan 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 el símbolo más temprano emitido 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 la modulación PSK por desplazamiento de fase m-aria, puede contemplarse y entra dentro del alcance de la presente invención.

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

TABLA 2 - Ganancias de canal ortogonal del canal tráfico

Velocidad de transferencia de datos (Kbps)	Duración de punción			
	Número K de canales de Walsh	Modulación	Ganancia G de canal de Walsh	Potencia media por canal P _k
38,4	1	QPSK	1/√2	1/2
76,8	2	QPSK	1/2	1/4
153,6	4	QPSK	1/2√2	1/8
307,2	8	QPSK	1/4	1/16
614,4	16	QPSK	1/4√2	1/32
1228,8	16	QPSK	1/4√2	1/32
2457,6	16	16-QAM	1/4√10	1/32

En la presente invención, se punza 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 largo de PN pero que, para una trama de canal de control, no se ensancha con el código largo de PN. En el modo de realización a modo de ejemplo, el preámbulo es BPSK no modulado, que se ensancha ortogonalmente con una cubierta W₁ de Walsh. El uso de un único canal ortogonal minimiza la envolvente entre máximo y promedio. Además, el uso de una cubierta W₁ de Walsh no cero minimiza la detección falsa de señal piloto, puesto que, para tramas de tráfico, el piloto se ensancha con una cubierta W₀ de Walsh y tanto el piloto como el preámbulo no se ensanchan con el código largo de PN.

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 velocidades de transferencia 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 punción del preámbulo		
	Símbolos de Walsh	Segmentos de 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 presta soporte a 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 de DATOS 418. Si la cantidad de datos que deben transmitirse es inferior a los octetos disponibles en el campo de DATOS 418, se usa el formato de paquete 430. Los octetos no utilizados se rellenan con todos ceros y se designan como campo de RELLENO 446.

En el modo de realización a modo de ejemplo, los campos de secuencia de comprobación de trama (FCS) 412 y 432 contienen los bits de paridad de CRC que son generados por el generador de CRC 112 (véase la FIG. 3A) según un polinomio generador predeterminado. En el modo de realización a modo de ejemplo, el polinomio de CRC es $g(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$, aunque pueden usarse otros polinomios y entran dentro del alcance de la presente invención. En el modo de realización a modo de ejemplo, los bits de 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 de COLA 420 y 448, transmitidos por el canal de tráfico en el enlace directo. En el modo de realización alternativo, los bits de CRC se calculan solamente sobre el campo DATOS. En el modo de realización a modo de ejemplo, los campos de FCS 412 y 432 contienen 16 bits de paridad de CRC, aunque pueden usarse otros generadores de CRC que proporcionan un número diferente de bits de paridad y entran dentro del alcance de la presente invención. Aunque los campos de FCS 412 y 432 de la presente invención se han descrito en el contexto de los bits de paridad de 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 en el campo FCS.

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

Los campos de número de secuencia (SEQ) 416 y 442 identifican la primera unidad de datos en los campos de datos 418 y 444, respectivamente. El número de secuencia permite que los datos se transmitan fuera de secuencia a la estación móvil 6, por ejemplo, para la retransmisión de paquetes que se han recibido con errores. La asignación del número de secuencia al nivel de la unidad de datos elimina la necesidad de un protocolo de fragmentación de tramas 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 temporal 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 temporal y del 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, en el peor caso, los retardos de retransmisión de datos son inferiores a 500 ms. Los retardos de retransmisión incluyen el tiempo necesario para un mensaje NACK por parte de la estación móvil 6, la retransmisión de los datos y el número de intentos de retransmisión provocados por el peor caso de rachas 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, según el 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 FMT 434 indica que la estación base 4 está transmitiendo en el formato de paquete 430. En el formato de paquete 430, el campo LEN 440 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 LEN 440 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 está determinado por el campo LEN 440.

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 de longitud de señalización (SIG LEN) 436 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 (IDENTIFICADOR DE MENSAJE), un campo (LEN) de longitud de mensaje y una carga útil del mensaje, tal como se describe más adelante.

El campo RELLENO 446 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 RELLENO 446 contiene suficientes octetos de relleno para llenar el campo de datos no utilizado. El campo RELLENO 446 tiene longitud variable y depende de la longitud del campo DATOS 444.

El último campo de los formatos de paquete 410 y 430 son los campos de COLA 420 y 448, respectivamente. Los campos de COLA 420 y 448 contienen los bits de cola de código cero (0x0) que se usan para forzar al codificador 114 (véase la FIG. 3A) hacia 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 usen los bits de un paquete en el proceso de codificación. Los bits de cola de código también permiten al decodificador dentro de la estación móvil 6 determinar los límites del paquete durante el proceso de decodificación. El número de bits en los campos de COLA 420 y 448 depende del diseño del codificador 114. En el modo de realización a modo de ejemplo, los campos de COLA 420 y 448 son suficientemente largos para forzar al codificador 114 hacia 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 las 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 específica 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 las transmisiones de datos de enlace inverso (que se describirán posteriormente en la presente memoria). Otros tipos de mensajes también pueden transmitirse por 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 el 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 de PN predeterminado. En el modo de realización a modo de ejemplo, los mensajes de control se transmiten a una velocidad de transferencia fija que es determinada por la estación móvil 6 durante la adquisición. En el modo de realización preferida, la velocidad de transferencia del canal de control es 76,8 Kbps.

El canal de control transmite mensajes en cápsulas del canal de control. El diagrama de una cápsula del 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 los bits de paridad de CRC 474. La carga útil de control comprende uno o más mensajes y, si es necesario, bits de relleno 472. Cada mensaje comprende un identificador de mensaje (MSG ID) 464, una longitud de mensaje (LEN) 466, una dirección optativa (ADDR) 468 (por ejemplo, si el mensaje está dirigido a una estación móvil 6 específica), y una carga útil de mensaje 470. En el modo de realización a modo de ejemplo, los mensajes están alineados con los límites de octeto. La cápsula del 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 es usada por las estaciones móviles 6 para la adquisición inicial, la recuperación de fase, la recuperación de sincronismo y la combinación de razones. Estos usos son similares a los de los sistemas de comunicaciones de CDMA que cumplen con la norma IS-95. En el modo de realización a modo de ejemplo, la señal piloto también es usada por las estaciones móviles 6 para realizar la medición de la razón 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 todos ceros (o todos unos) que se proporciona a un multiplicador 156. El multiplicador 156 cubre los datos pilotos con un código W_0 de Walsh. Puesto que el código W_0 de Walsh es una secuencia de todos ceros, la salida del multiplicador 156 son los datos piloto. Los datos piloto son multiplexados en el tiempo por el MUX 162 y se proporcionan al canal I de Walsh que es ensanchado por el código corto PN_i dentro del multiplicador complejo 214 (véase la FIG. 3B). En el modo de realización a modo de ejemplo, los datos piloto no son ensanchados con el código largo de PN, que es cerrado durante la ráfaga piloto por el MUX 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 temporal comprende dos ráfagas piloto 306a y 306b que se producen al final del primer y del tercer cuarto de la ranura temporal. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada ráfaga piloto 306 tiene una duración de 64 segmentos ($T_p=64$ segmentos). 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 ondas discontinuas 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 el comando de control de potencia que se usa para controlar la potencia de transmisión de la transmisión de enlace inverso desde la estación remota 6. En el enlace inverso, cada estación móvil 6 de transmisión actúa como una fuente de interferencia para todas 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 de CDMA divulgado detalladamente en la patente estadounidense con N° de serie 5.056.109, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING TRANSMISSION POWER IN A CDMA CELLULAR MOBILE TELEPHONE SYSTEM" ["PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA CONTROLAR LA POTENCIA DE TRANSMISIÓN EN UN SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL CELULAR DE CDMA"], 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 mantenga en un nivel establecido. La calidad de la señal se mide como la razón E_b/I_0 entre la energía por bit y el ruido más interferencia de la señal de enlace inverso recibida en la estación base 4. El nivel establecido se menciona 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 mantenga el nivel de rendimiento deseado, según lo medido por la tasa de errores 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 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.

Dentro del 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 se reduzca la potencia de transmisión. Como alternativa, 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 se 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 las cubiertas de Walsh de 16 bits. Cada canal de Walsh transmite un bit de control de potencia inversa (RPC) o un bit de FAC a intervalos periódicos. Cada estación móvil 6 activa tiene asignado un índice de RPC que define la cubierta de Walsh y la fase de modulación QPSK (por ejemplo, en fase o en cuadratura) para la transmisión del flujo de bits de RPC destinado a esa estación móvil 6. En el modo de realización a modo de ejemplo, el índice de RPC de 0 se reserva para el bit de FAC.

El diagrama de bloques a modo de ejemplo del canal de control de potencia se muestra en la FIG. 3A. Los bits de RPC se proporcionan a un repetidor de símbolos 150 que repite cada bit de RPC un número predeterminado de veces. Los bits de RPC repetidos se proporcionan a un elemento de cobertura de Walsh 152 que cubre los bits con

las cubiertas de Walsh correspondientes a los índices de RPC. Los bits cubiertos se proporcionan a un elemento de ganancia 154 que ajusta a escala los bits antes de la modulación, de modo que se mantenga una potencia de transmisión total constante. En el modo de realización a modo de ejemplo, las ganancias de los canales de Walsh de RPC se normalizan de tal manera que la potencia total del canal de RPC sea igual a la potencia de transmisión total disponible. Las ganancias de los canales de Walsh pueden variar en función del tiempo para el uso eficaz de la potencia de transmisión total de la estación base, al tiempo que se mantiene una transmisión de RPC fiable a todas las estaciones móviles 6 activas. En el modo de realización a modo de ejemplo, las ganancias de canal de Walsh de las estaciones móviles 6 inactivas se fijan en cero. El control de potencia automático de los canales de Walsh de RPC es posible utilizando estimaciones de la medición de calidad del enlace directo, procedentes del canal de DRC correspondiente de las estaciones móviles 6. Los bits de RPC ajustados a escala del elemento de ganancia 154 se proporcionan al MUX 162.

En el modo de realización a modo de ejemplo, los índices de RPC de 0 a 15 se asignan a las cubiertas de Walsh W_0 a W_{15} , respectivamente, y se transmiten en la primera ráfaga piloto dentro de una ranura (ráfagas de RPC 304 en la FIG. 4C). Los índices de RPC de 16 a 31 se asignan a las cubiertas de Walsh W_0 a W_{15} , respectivamente, y se transmiten en la segunda ráfaga piloto dentro de una ranura (ráfagas de RPC 308 en la FIG. 4C). En el modo de realización a modo de ejemplo, los bits de RPC se modulan por BPSK con las cubiertas de Walsh pares (por ejemplo, W_0 , W_2 , W_4 , etc.) moduladas en la señal en fase y las cubiertas de Walsh impares (por ejemplo, W_1 , W_3 , W_5 , etc.) moduladas en la señal en cuadratura. Para reducir la envolvente entre máximo y promedio, es preferible equilibrar la potencia en fase y en cuadratura. Además, para minimizar la diafonía 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 de RPC pueden transmitirse en 31 canales de Walsh de RPC en cada ranura temporal. En el modo de realización a modo de ejemplo, 15 bits de RPC se transmiten en la primera mitad de ranura y 16 bits de RPC se transmiten en la segunda mitad de ranura. Los bits de RPC se combinan mediante sumadores 212 (véase la FIG. 3B) y la onda compuesta del canal de control de potencia es tal como se muestra en la FIG. 4C.

Un diagrama de temporización 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 de RPC es de 600 bps, o un bit de RPC por ranura temporal. Cada bit de RPC se multiplexa en el tiempo y se transmite sobre dos ráfagas de RPC (por ejemplo, las ráfagas de 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 de RPC tiene una anchura de 32 segmentos de PN (o 2 símbolos de Walsh) ($T_{pc}=32$ segmentos) y la anchura total de cada bit de RPC es de 64 segmentos de PN (o 4 símbolos de Walsh). Pueden obtenerse otras velocidades de transferencia de bits de RPC cambiando el número de repetición de símbolos. Por ejemplo, una velocidad de transferencia de bits de RPC de 1200 bps (para dar soporte a 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 de RPC en las ráfagas de RPC 304a y 304b y el segundo conjunto de 32 bits de RPC en las ráfagas de RPC 308a y 308b. En este caso, todas las cubiertas de Walsh se usan en las señales en fase y en cuadratura. Los parámetros de modulación de los bits de RPC se resumen en la Tabla 4.

TABLA 4 - Parámetros de modulación de 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	Segmentos de 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 de Walsh de RPC disponibles. En esta situación, algunos canales de Walsh de RPC se fijan a cero mediante el ajuste adecuado de las ganancias del elemento de ganancia 154.

En el modo de realización a modo de ejemplo, los bits de RPC se transmiten a las estaciones móviles 6 sin codificar o intercalar, para minimizarlos retardos de 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 ser corregido en la siguiente ranura temporal mediante el bucle de control de potencia.

En la presente invención, las estaciones móviles 6 pueden estar en traspaso continuo con múltiples estaciones base 4 en el enlace inverso. El procedimiento y el aparato para el control de potencia de enlace inverso para una estación móvil 6 en traspaso continuo se divulgan en la patente estadounidense con nº de serie 5.056.109, anteriormente mencionada. La estación móvil 6 en traspaso continuo monitoriza el canal de Walsh de RPC para cada estación base 4 en el conjunto activo y combina los bits de RPC según el procedimiento divulgado en la patente estadounidense con nº de serie 5.056.109, anteriormente mencionada. En el primer modo de realización, la estación móvil 6 realiza la operación lógica OR de los comandos de potencia descendente. La estación móvil 6 disminuye la

potencia de transmisión si uno cualquiera de los bits de 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 suaves de los bits de RPC antes de tomar una decisión dura. Pueden contemplarse otros modos de realización para el procesamiento de los bits de RPC recibidos, y entran dentro del alcance de la presente invención.

En la presente invención, el bit de 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 de FAC mejora la estimación de C/I por parte de 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 de FAC solo cambia en los límites de mitad de trama y se repite durante ocho ranuras temporales sucesivas, dando como resultado una velocidad de transferencia de bits de 75 bps. Los parámetros para el bit de FAC se indican en la Tabla 4. Utilizando el bit de FAC, las estaciones móviles 6 pueden calcular la medición de la razón C/I como sigue:

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

donde $(C/I)_i$ es la medición de la razón C/I de la i-ésima señal de enlace directo, C_i es la potencia total recibida de la i-ésima señal de enlace directo, C_j es la potencia recibida la j-ésima señal de enlace directo, I es la interferencia total si todas las estaciones base 4 están transmitiendo, α_j es el bit de FAC de la j-ésima señal de enlace directo y puede ser 0 o 1 en función del bit de FAC.

XII. Transmisión de datos de enlace inverso

En la presente invención, el enlace inverso presta soporte a la transmisión de datos a velocidad de transferencia variable. La velocidad de transferencia variable proporciona flexibilidad y 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 eficaz de los recursos del enlace inverso.

Una ilustración a modo de ejemplo del diagrama de flujo de la 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 realiza un sondeo de acceso, tal como se describe en la patente estadounidense con nº de serie 5.289.527, anteriormente mencionada, para establecer el canal de datos con velocidad de transferencia más baja por el enlace inverso en el bloque 802. En la misma ranura n , la estación base 4 desmodula el sondeo 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 de RPC asignado en el canal de control, en el bloque 806. En la ranura $n+2$, la estación móvil 6 recibe la concesión y es controlada 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 por 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 típicamente 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, en función 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 del tiempo sobre el enlace inverso es idéntica a la unidad base del 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 temporales que tienen una duración de

1,667 ms. Sin embargo, puesto que la transmisión de datos por el enlace inverso normalmente tiene lugar a una velocidad de transferencia de datos inferior, puede usarse una unidad base del tiempo más larga para mejorar la eficacia.

5 En el modo de realización a modo de ejemplo, el enlace inverso da soporte a 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 de DRC y el canal de datos se usa para transmitir datos de tráfico.

10 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.

15 En el modo de realización a modo de ejemplo, la estación móvil 6 transmite un mensaje de DRC en el canal piloto/DRC en cada ranura temporal, siempre que la estación móvil 6 esté recibiendo transmisión de datos a alta velocidad. Como alternativa, 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 es usada por la estación base 4 receptora para un cierto 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 el origen para el control de potencia de enlace inverso de bucle cerrado.

20 En el modo de realización a modo de ejemplo, el ancho de banda del enlace inverso se selecciona para que sea de 1,2288 MHz. Esta selección del ancho de banda permite el uso de hardware existente diseñado para un sistema de 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 largo de PN y los códigos cortos PN_I y PN_Q que los especificados por 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. Como alternativa, puede usarse la modulación OQPSK para minimizar la variación de amplitud entre el máximo y el promedio de la señal modulada, que puede dar como resultado un rendimiento mejorado. El uso de diferentes anchos banda de sistema, códigos de PN y esquemas de modulación puede contemplarse y entran dentro del alcance de la presente invención.

35 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 mantenga en un punto E_b/I_o de referencia predeterminado, tal como se analiza en la patente estadounidense con n° de serie 5.506.109, anteriormente mencionada. El control de potencia es mantenido por las estaciones base 4 en comunicación con la estación móvil 6 y se transmiten los comandos como los bits de RPC, tal como se ha analizado anteriormente.

40

XIV. Canal de datos de enlace inverso

45 Un diagrama de bloques de la arquitectura de enlace inverso a modo de ejemplo de la presente invención se muestra en la 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 de 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 con n° 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 procedente del codificador 612 se proporciona al intercalador de bloques 614 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 de 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 los multiplicadores 650b y 650d que ensanchan los datos con las secuencias PN_Q y PN_I , respectivamente. Los datos ensanchados desde los multiplicadores 652b y 650d se proporcionan a los filtros 652b y 652d, respectivamente, que filtran los datos. Las señales filtradas desde los filtros 652a y 652b se proporcionan al sumador 654a y las señales filtradas desde 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 ISALIDA y QSALIDA, 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.

65 En el modo de realización a modo de ejemplo, los datos se ensanchan con el código largo de PN y los códigos cortos de PN. El código largo de PN aleatoriza los datos de tal manera que la estación base 4 receptora pueda identificar la estación móvil 6 transmisora. El código corto de PN ensancha la señal sobre el ancho de banda del

sistema. La secuencia larga de PN se genera mediante un generador de código largo 642 y se proporciona a los multiplicadores 646. Las secuencias cortas PN_I y PN_Q se generan mediante un generador de código corto 644 y también se proporcionan a los multiplicadores 646a y 646b, respectivamente, que multiplican los dos conjuntos de secuencias para formar las señales PN_I y PN_Q, respectivamente. El circuito de sincronismo/control 640 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 prestan soporte a la codificación y modulación de datos por 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 de 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 da soporte a cuatro velocidades de transferencia de datos que se indican en la tabla 5. Puede prestarse soporte a velocidades de transferencia de datos adicionales y/o a 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 con n° de serie 08/743.688, anteriormente mencionada, puede obtenerse un rendimiento mejorado del decodificador para tamaños de paquete más grandes. Así, pueden utilizarse tamaños de paquete diferentes de los enumerados 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 de señal piloto y de control de potencia

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

Tal como se muestra en la Tabla 5, el enlace inverso da soporte a una pluralidad de velocidades de transferencia de datos. En el modo de realización a modo de ejemplo, la velocidad ínfima de transferencia de datos, de 9,6 K bps, se asigna a cada estación móvil 6 al registrarse en 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 ínfima de transferencia en cualquier ranura temporal 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 superiores de transferencia de datos es concedida por la estación base 4 seleccionada basándose en un conjunto de parámetros de sistema, tales como la carga del sistema, la equidad y el caudal total. Un mecanismo de planificación a modo de ejemplo para la transmisión de datos a alta velocidad se describe detalladamente en la solicitud de patente estadounidenses con N° 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 de DRC se proporciona al codificador de DRC 626 que codifica el mensaje según un formato de codificación predeterminado. La codificación del mensaje de DRC es importante ya que la probabilidad de error del mensaje de DRC necesita ser suficientemente baja, porque una determinación incorrecta de la velocidad de transferencia de datos de enlace directo tiene un impacto en el caudal del sistema. En el modo de realización a modo de ejemplo, el codificador de DRC 626 es un codificador de bloques de CRC de tasa (8,4) que codifica el mensaje de DRC de 3 bits en una palabra de código de 8 bits. El mensaje de DRC codificado se proporciona al multiplicador 628 que cubre el mensaje con el código de Walsh que identifica de forma unívoca la estación base de destino 4 a la que se dirige el mensaje de DRC. El código de Walsh es proporcionado por el generador de Walsh 624. El mensaje de DRC cubierto se proporciona al multiplexador (MUX) 630 que multiplexa el mensaje con los datos piloto. El mensaje de DRC y los datos piloto se proporcionan a los multiplicadores 650a y 650c que ensanchan los datos con las señales PN_I y

PN_Q, respectivamente. Así, la señal piloto y el mensaje de DRC se transmiten sobre la fase de la sinusoide, tanto en fase como en cuadratura.

5 En el modo de realización a modo de ejemplo, el mensaje de DRC se transmite a la estación base 4 seleccionada. Esto se logra cubriendo el mensaje de DRC con el código de Walsh que identifica la estación base 4 seleccionada. En el modo de realización a modo de ejemplo, el código de Walsh tiene una longitud de 128 segmentos. La obtención de los códigos de Walsh de 128 segmentos es conocida en la técnica. Se asigna un código de 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 de DRC con su código de Walsh asignado. La estación base 4 seleccionada puede descubrir el mensaje de DRC y transmite datos a la estación móvil 6 solicitante por el enlace directo en respuesta a ello. Otras estaciones base 4 pueden determinar que la velocidad solicitada de transferencia de datos no está dirigida a ellas, ya que estas estaciones base 4 tienen asignados códigos de Walsh diferentes.

15 En el modo de realización a modo de ejemplo, los códigos cortos de PN de enlace inverso para todas las estaciones base 4 en el sistema de comunicación de datos son los mismos y no hay ningún desfase en las secuencias cortas de PN para distinguir estaciones base 4 diferentes. El sistema de comunicación de datos de la presente invención presta soporte al traspaso continuo por el enlace inverso. La utilización de los mismos códigos cortos de PN sin ningún 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 cortos de PN proporcionan ensanchamiento espectral pero no permiten la identificación de las estaciones base 4.

25 En el modo de realización a modo de ejemplo, el mensaje de DRC transporta la velocidad de transferencia de datos solicitada por la estación móvil 6. En el modo de realización alternativo, el mensaje de DRC transporta una indicación de la calidad del enlace directo (por ejemplo, la información de C/I según lo medido 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 realizar la medición de 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 de C/I actuales y previas. La información de control de la velocidad de transferencia se formatea en el mensaje de DRC que puede transportarse a la estación base 4 en uno de diversos modos de realización.

30 En el primer modo de realización, la estación móvil 6 transmite un mensaje de 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 con soporte que produce un rendimiento satisfactorio para la razón C/I medida por la estación móvil 6. A partir de la medición de C/I, la estación móvil 6 primero calcula la velocidad máxima de transferencia de datos que produce un rendimiento satisfactorio. La velocidad máxima de transferencia de datos se cuantiza luego a una de las velocidades de transferencia de datos con soporte 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 con soporte y los correspondientes índices de velocidad de transferencia de datos.

35 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 de C/I que representa el valor cuantizado de la medición de C/I. La medición de C/I puede correlacionarse en una tabla y asociarse con un índice de C/I. La utilización de más bits para representar el índice de C/I permite una mejor cuantización de la medición de C/I. Además, la correlación puede ser lineal o pre-distorsionada. Para una correlación lineal, cada incremento en el índice de C/I representa un incremento correspondiente en la medición de C/I. Por ejemplo, cada etapa en el índice de C/I puede representar un incremento de 2,0 dB en la medición de C/I. Para una correlación pre-distorsionada, cada incremento en el índice de C/I puede representar un incremento diferente en la medición de C/I. Como un ejemplo, una correlación pre-distorsionada puede utilizarse para cuantizar la medición de C/I para adecuarse a la curva de función de distribución acumulativa (CDF) de la distribución de C/I, como se muestra en la FIG. 10.

45 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 de un ejemplo, la utilización de un mensaje de DRC para llevar la velocidad de transferencia de datos solicitada, para simplificar.

60 En el modo de realización a modo de ejemplo, la medición de C/I puede realizarse sobre la señal piloto de enlace directo de manera similar a la utilizada en el sistema de CDMA. Un procedimiento y un aparato para realizar las mediciones de C/I se divulga en la solicitud de patente estadounidense con N° de serie 08/722.763, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING LINK QUALITY IN A SPREAD SPECTRUM COMMUNICATION SYSTEM" ["PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA MEDIR LA CALIDAD DEL ENLACE EN UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE ESPECTRO ENSANCHADO"], presentada el 27 de septiembre de 1996, transferida al cesionario de la presente invención y publicada el 02 de abril de 1998, con el número de publicación WO 9813951

5 A2. En resumen, la medición de C/I sobre la señal piloto puede obtenerse desensanchando la señal recibida con los códigos cortos de PN. La medición de C/I sobre la señal piloto puede contener imprecisiones si la condición de canal cambió entre el momento de la medición de C/I y el momento de la transmisión efectiva de datos. En la presente invención, la utilización de los bits de FAC permite a las estaciones móviles 6 tener en cuenta la actividad del enlace directo cuando determinan la velocidad de transferencia de datos solicitada.

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

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

20 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 exacta de transferencia de datos solicitada por la estación móvil 6. Para cada ranura temporal 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 temporal próxima es mayor, menor o la misma que la velocidad de transferencia de datos solicitada para la ranura temporal previa. Periódicamente, la estación móvil 6 transmite una referencia absoluta. La transmisión periódica del índice de velocidad de transferencia de datos permite fijar la velocidad de transferencia de datos solicitada 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 velocidad de transmisión de los mensajes de DRC a la estación base 6. También pueden contemplarse otros protocolos para transmitir la velocidad de transferencia de datos solicitada, y entran dentro del alcance de la presente invención.

25 **XVI. Canal de acceso de enlace inverso**

40 El canal de acceso es utilizado por la 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 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 de DRC.

45 En el modo de realización a modo de ejemplo, el canal de acceso transmite mensajes en cápsulas del 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 26,27 ms en lugar de las tramas de 20 ms especificadas por la norma IS-95. En la FIG. 7B se muestra el diagrama de una cápsula del canal de acceso a modo de ejemplo. En el modo de realización a modo de ejemplo, cada cápsula de canal de acceso 712 comprende un preámbulo 722, una o más cápsulas de mensaje 724 y bits de relleno 726. Cada cápsula de mensaje 724 comprende un campo de longitud de mensaje (MSG LEN) 732, un cuerpo de mensaje 734 y bits de paridad de CRC 736.

50 **XVII. Canal NACK de enlace inverso**

55 En la presente invención, la estación móvil 6 transmite los mensajes NACK por el canal de datos. El mensaje NACK se genera para cada paquete recibido con errores 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 de Espacio y Ráfaga, según lo divulgado en la patente estadounidense con N° de serie 5.504.773, anteriormente mencionada.

60 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.

65 La descripción previa de los modos de realización preferidos se proporciona para permitir que cualquier persona experta en la materia pueda hacer o utilizar la presente invención. Las diversas modificaciones para estas realizaciones serán inmediatamente evidentes para los expertos en la materia, y los principios genéricos definidos en la presente memoria se pueden aplicar a otros modos de realización sin el uso de la facultad inventiva.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento usado en un sistema de comunicación inalámbrica, que comprende:
 - 5 transmitir (506), por una estación móvil (6), un mensaje de solicitud de datos a una estación base (4), en el que el mensaje de solicitud de datos indica una velocidad de transferencia de datos solicitada, en el que la velocidad de transferencia de datos solicitada se selecciona por la estación móvil (6) en base a una medida de calidad realizada por la estación móvil (6) en un canal piloto de enlace directo, desde la estación base (4) a la estación móvil (6); y
 - 10 recibir (512), en la estación móvil (6), los datos transmitidos por la estación base (4), en base a la velocidad de transferencia de datos solicitada.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la medida de calidad se basa en la razón medida entre Portadora e Interferencia, C/I, del canal piloto de enlace directo.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además medir periódicamente una calidad del canal piloto de enlace directo.
- 20 4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que se predeterminan las velocidades de datos con soporte por parte de la estación base (4) y en el que la definición de las velocidades de datos con soporte comprende los parámetros siguientes: bit/paquete de datos, canal de Walsh/fase QPSK y formato de modulación.
5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que el parámetro del canal de Walsh/fase QPSK es igual a 16 canales.
6. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que el formato de modulación es QPSK, Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura.
- 30 7. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que el formato de modulación es 16-QAM, Modulación de Amplitud en Cuadratura de 16 Estados.
8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el mensaje de solicitud de datos se transmite periódicamente.
- 35 9. Una estación móvil (6) usada en un sistema de comunicación inalámbrica, que comprende:
 - 40 medios para transmitir (506) un mensaje de solicitud de datos a una estación base (4), en la que el mensaje de solicitud de datos indica una velocidad de transferencia de datos solicitada, en la que la estación móvil (6) está adaptada para seleccionar la velocidad de transferencia de datos solicitada en base a una medida de calidad realizada por la estación móvil (6) en un canal piloto de enlace directo, desde la estación base (4) a la estación móvil (6); y
 - 45 medios para recibir (512) datos transmitidos por la estación base (4) en base a la velocidad de transferencia de datos solicitada.
10. La estación móvil (6) de la reivindicación 9, en la que la medida de calidad se basa en la razón medida entre Portadora e Interferencia, C/I, del canal piloto de enlace directo.
- 50 11. La estación móvil (6) de la reivindicación 9, que comprende además medios para medir periódicamente una calidad del canal piloto de enlace directo.
12. La estación móvil (6) de la reivindicación 9, en la que se predeterminan las velocidades de datos con soporte por parte de la estación base (4) y en la que la definición de las velocidades de datos con soporte comprende los parámetros siguientes: bit/paquete de datos, canal de Walsh/fase QPSK y formato de modulación.
- 55 13. La estación móvil (6) de la reivindicación 12, en la que el parámetro de canal de Walsh/fase QPSK es igual a 16 canales.
- 60 14. La estación móvil (6) de la reivindicación 12, en la que el formato de modulación es QPSK, Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura.
- 65 15. La estación móvil (6) de la reivindicación 12, en la que el formato de modulación es 16-QAM, Modulación por Amplitud en Cuadratura de 16 Estados

16. La estación móvil (6) de la reivindicación 9, en la que el mensaje de solicitud de datos se transmite periódicamente.
 17. Un programa de ordenador para llevar a cabo, cuando se ejecute en un ordenador, un procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
- 5

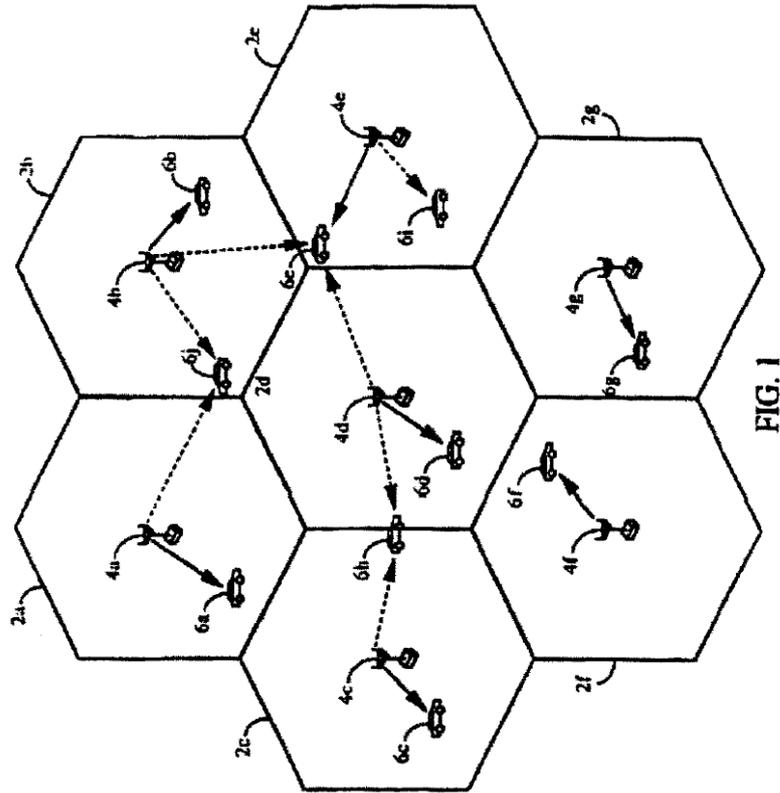


FIG. 1

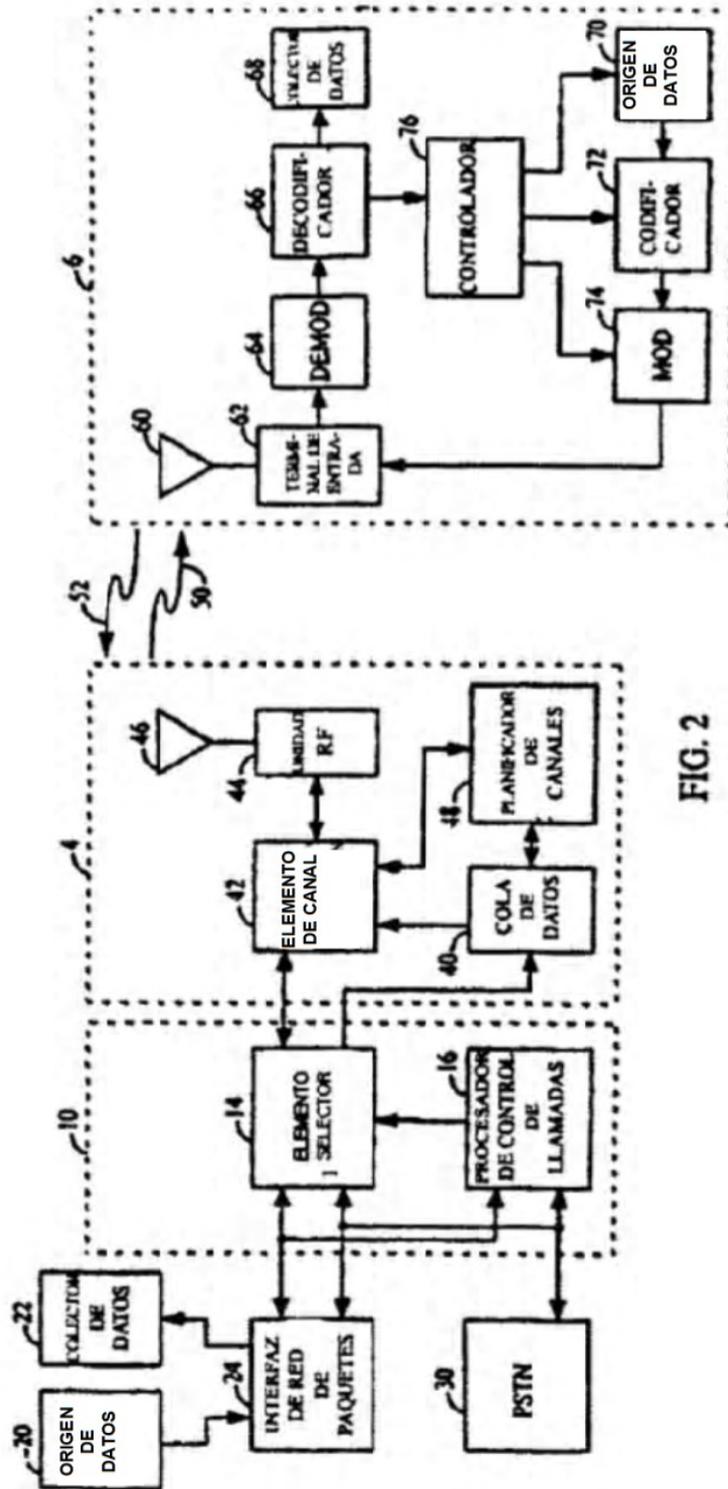


FIG. 2

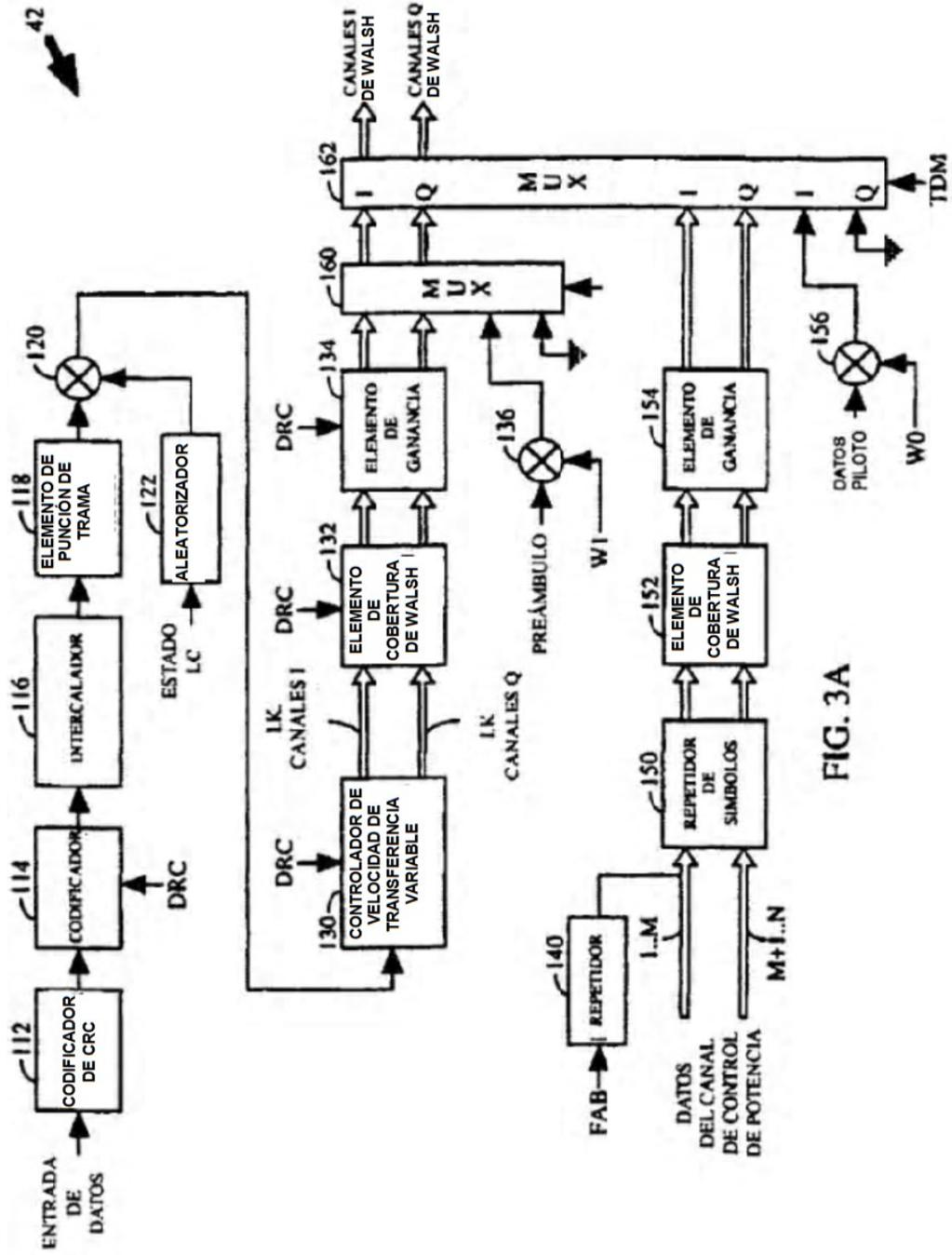


FIG. 3A

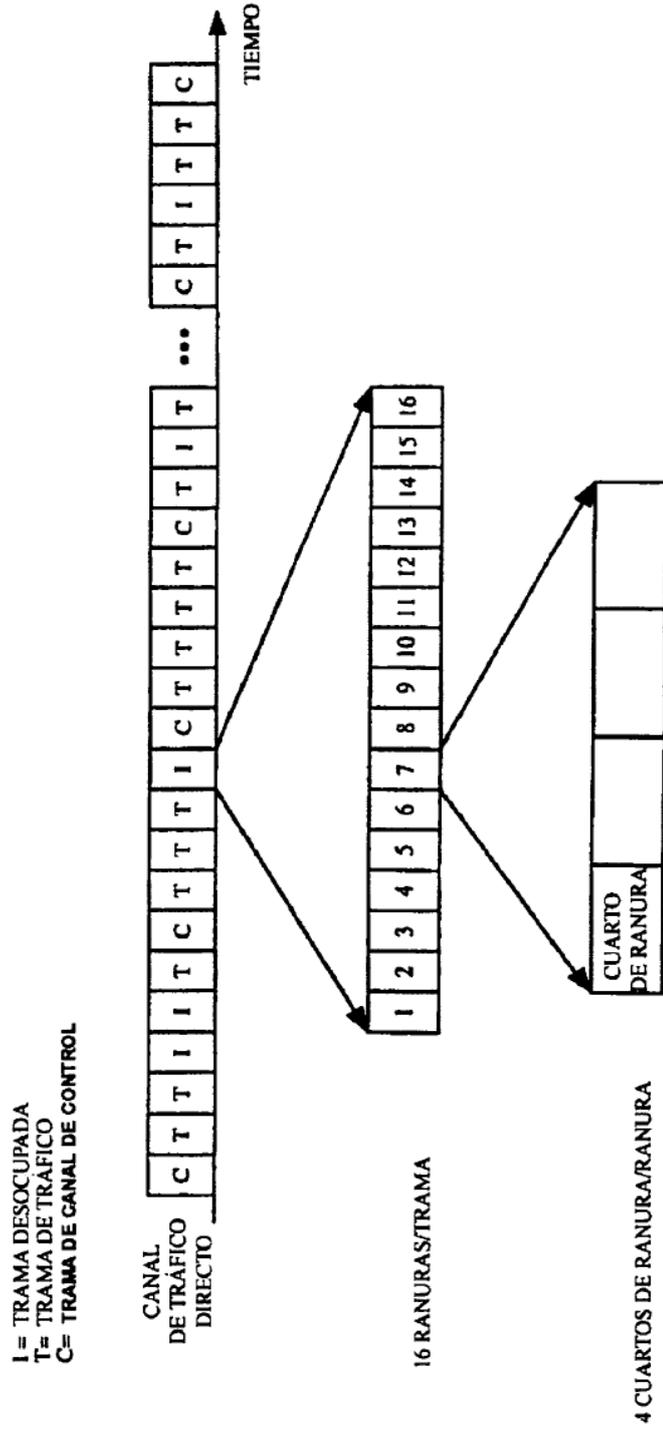


FIG. 4A

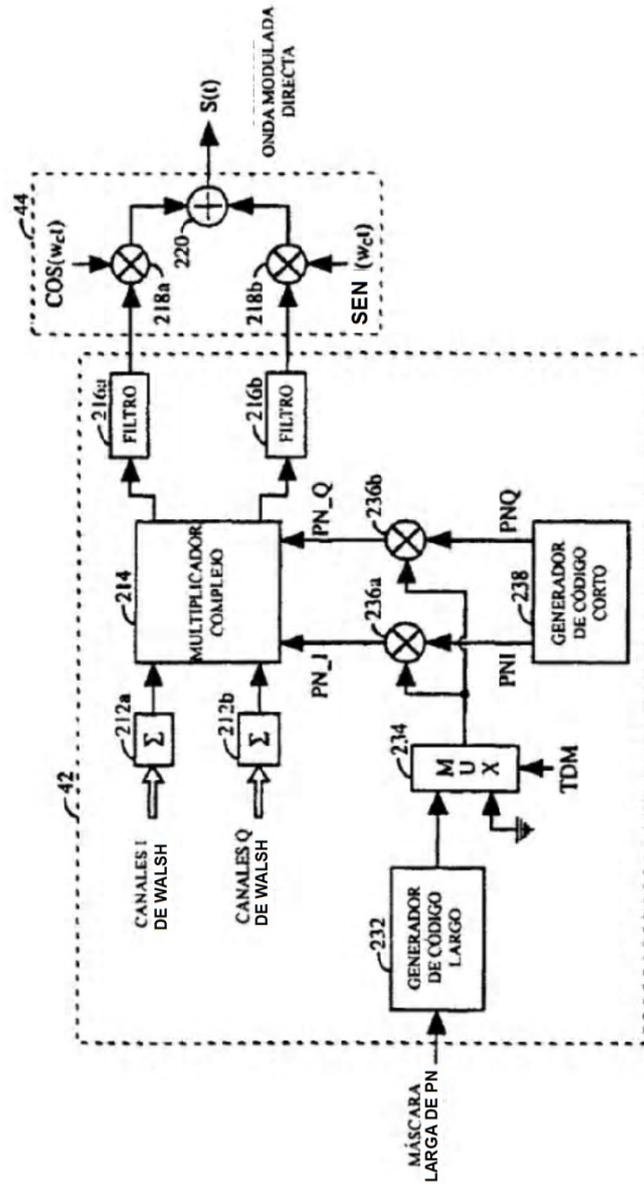
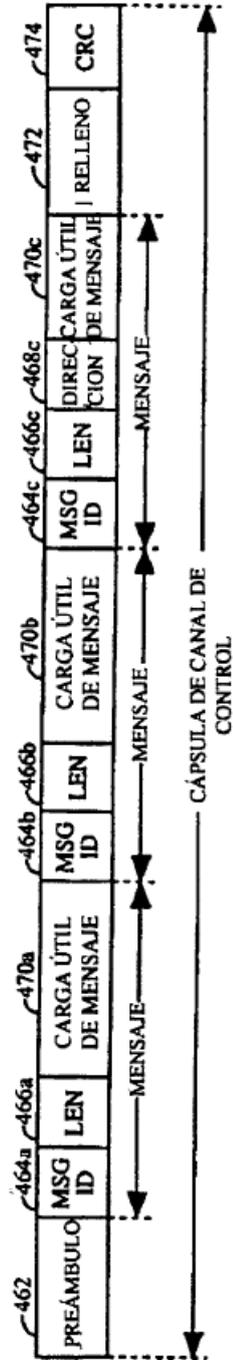
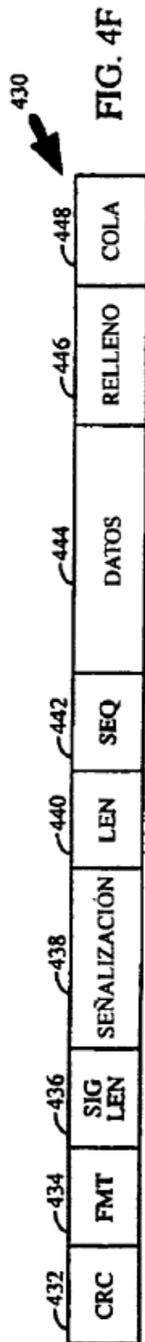
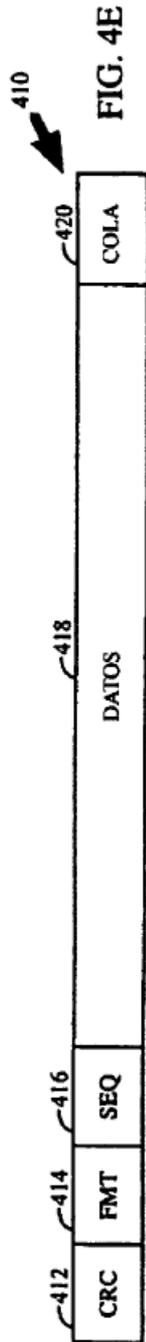
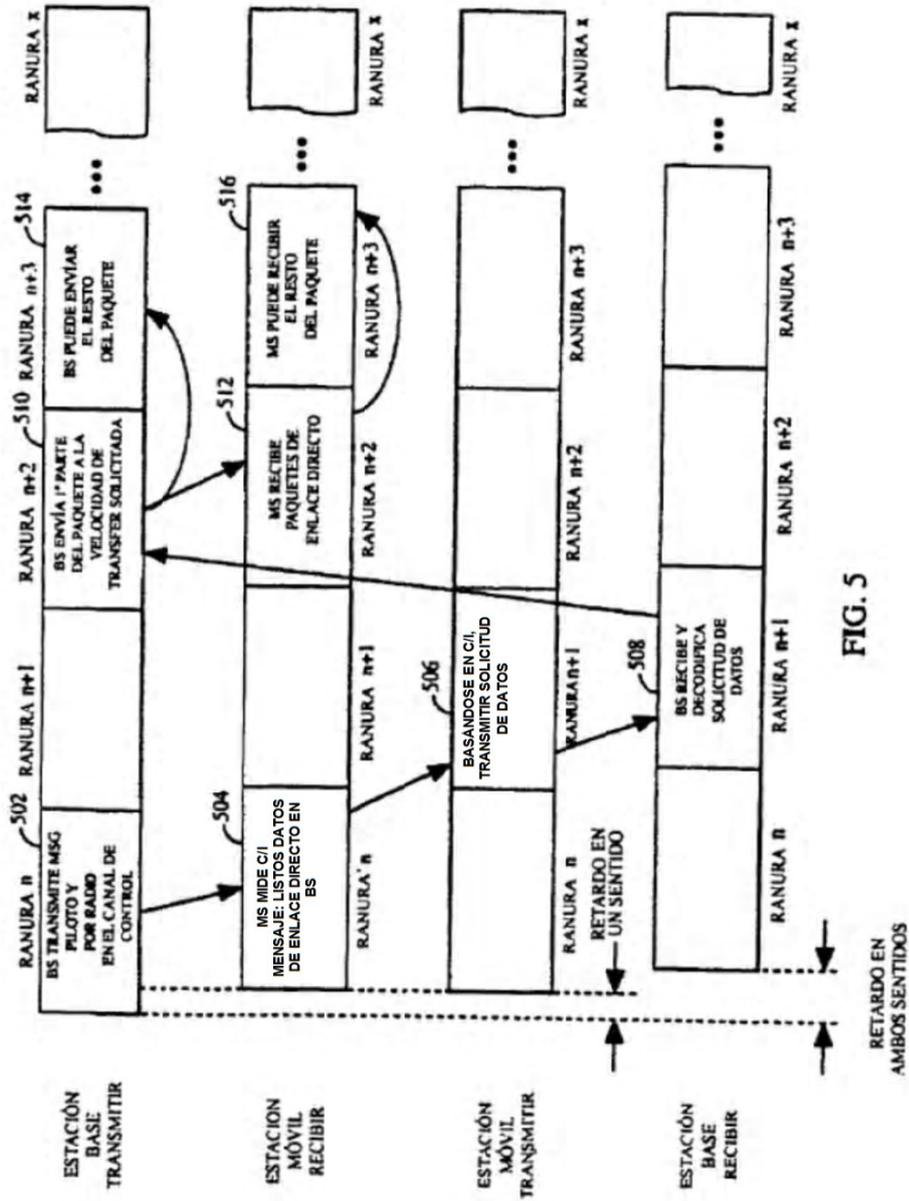


FIG. 3B





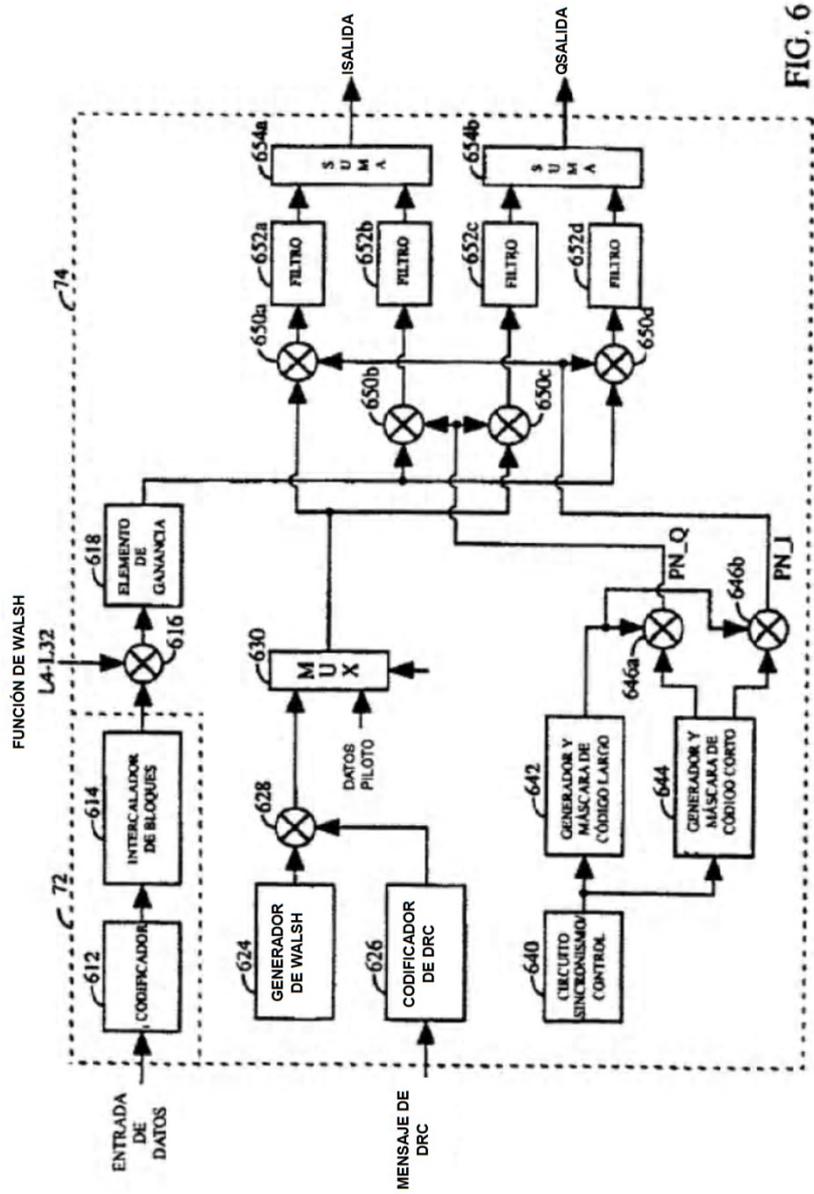


FIG. 6

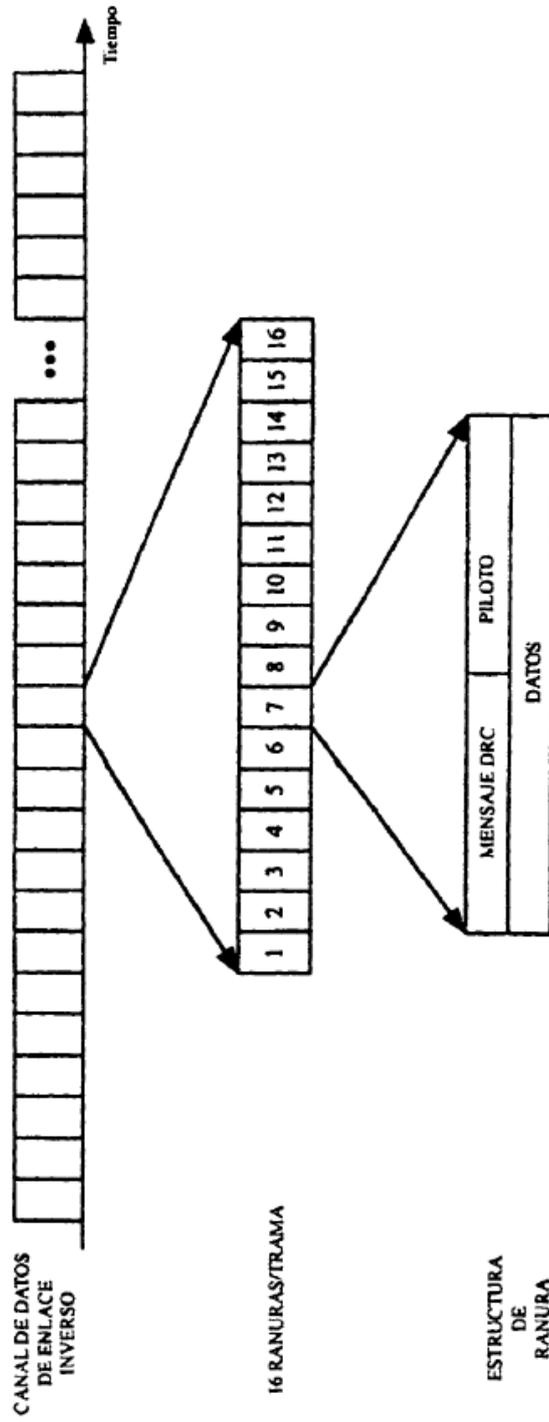


FIG. 7A

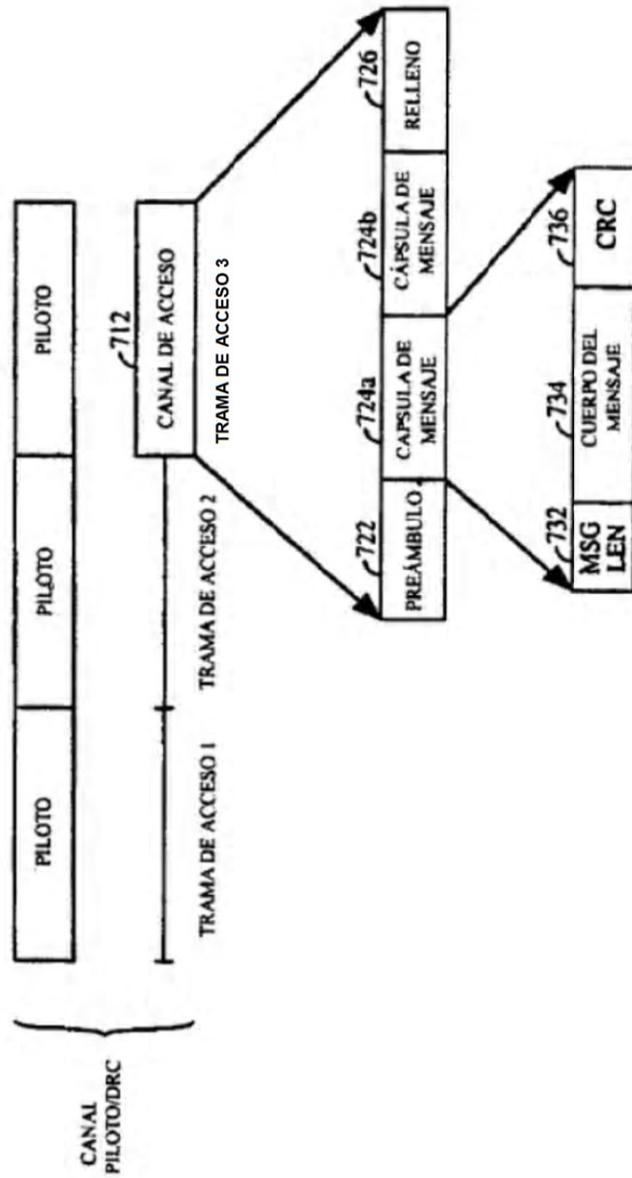


FIG. 7B

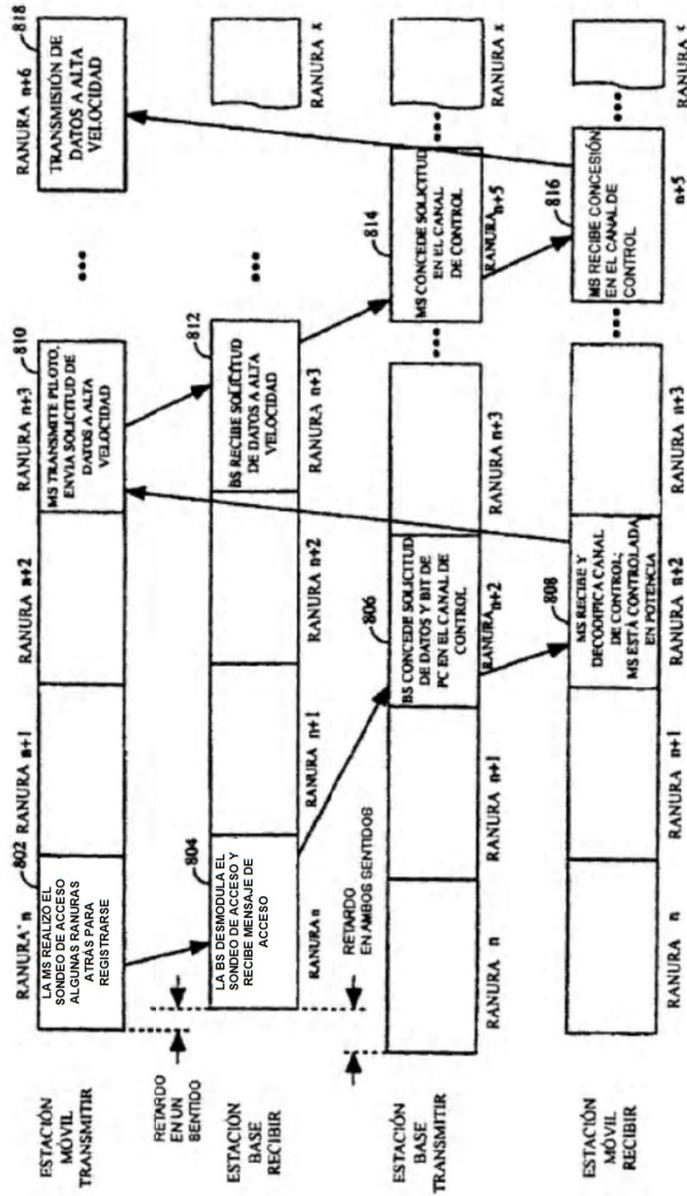


FIG. 8

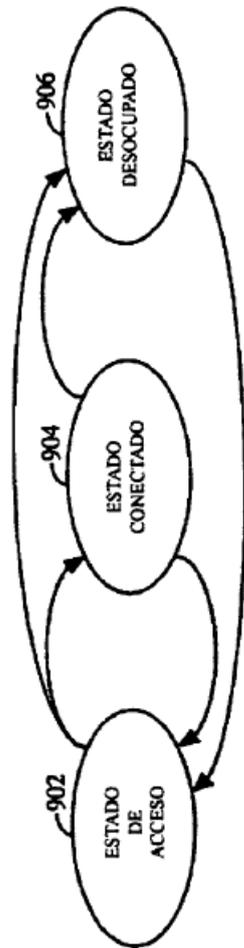


FIG. 9

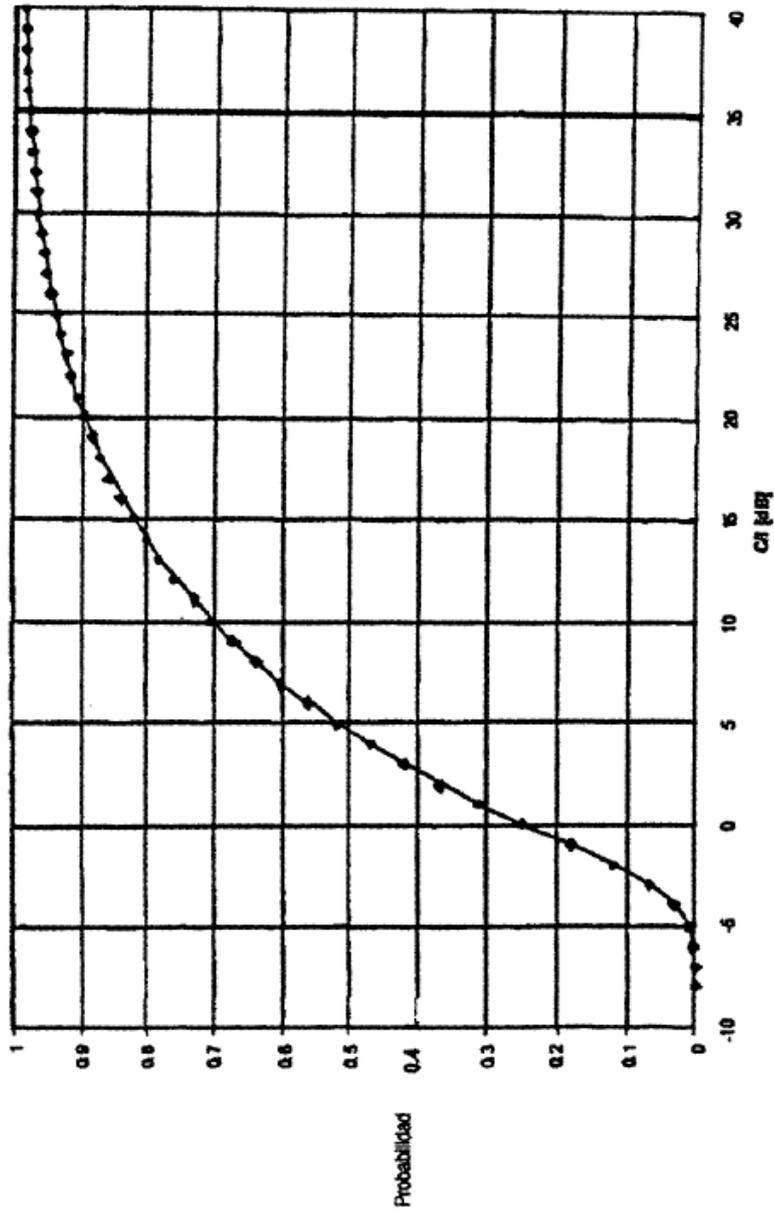


FIG. 10