



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 293 452**

51 Int. Cl.:

H04Q 7/22 (2006.01)

H04Q 7/38 (2006.01)

H04B 7/26 (2006.01)

H04B 7/005 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **05019889 .4**

86 Fecha de presentación : **10.02.1998**

87 Número de publicación de la solicitud: **1603350**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **07.12.2005**

54 Título: **Sistema de comunicación para programar las velocidades de enlace directo.**

30 Prioridad: **11.02.1997 US 798951**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2008

73 Titular/es: **Qualcomm, Incorporated**
5775 Morehouse Drive
San Diego, California 92121-1714, US

72 Inventor/es: **Jou, Yu-Chen;**
Lin, Yu-Chuan;
Odenwalder, Joseph, P. y
Tiedemann, Edward, G., Jr.

74 Agente: **Carpintero López, Francisco**

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

Sistema de comunicación para programar las velocidades de enlace directo.

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

La presente invención se refiere a la comunicación de datos. Más específicamente, la presente invención se refiere a un procedimiento y un aparato para programar las velocidades del enlace directo para la transmisión de datos en una red de comunicación.

II. Descripción de la técnica relacionada

El documento WO 96/37081 da a conocer un adjudicador de ancho de banda acreditado para un sistema de radio, lo cual refiere a un plan de adjudicación de ancho de banda que puede hacer mejor uso del ancho de banda disponible dentro del sistema, sólo adjudicando códigos cuando los móviles están activos. Contando el número de unidades de datos que han sido correctamente recibidas por una interfaz aérea, el plan de adjudicación de ancho de banda es capaz de establecer una adjudicación equitativa de códigos para los móviles, de modo tal que cada móvil dentro del sistema reciba una porción equitativa del ancho de banda y soporte iguales retardos.

El documento EP 0 656 716 A1 muestra una estación móvil de radio con múltiples células. En cada célula de la estación móvil de radio con acceso múltiple por división de código, se realiza un control de potencia, basado en la razón entre portadora e interferencia de cada estación móvil, sobre el enlace entre base y móvil. El control de potencia es llevado a cabo por un dispositivo que está asociado con la estación base y que, en un periodo completo, durante el cual las razones entre portadora e interferencia no varían, asigna a cada canal de tráfico dirigido hacia las estaciones móviles activas una fracción de la potencia total disponible para la transmisión de información de tráfico a la estación móvil. Esa fracción se determina a fin de igualar las razones entre portadora e interferencia de todas las estaciones móviles, y mantener constante la potencia total para un número dado de canales activos.

La capacidad para trabajar con una diversidad de aplicaciones requiere disponer de un sistema de comunicación moderno. Uno de dichos sistemas de comunicación es un sistema de acceso múltiple por división del código (CDMA) que cumple la norma "TIA/EIA/IS-95A Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System" ["Estándar TIA/EIA/IS-95A de Compatibilidad entre Estación Móvil y Estación Base para un Sistema Celular de Espectro Ensanchado de Banda Ancha en Modalidad Dual"], denominada en lo sucesivo "norma IS-95A". El sistema CDMA permite las comunicaciones de voz y datos entre usuarios, a través de un enlace terrestre. La utilización de técnicas CDMA en un sistema de comunicación de acceso múltiple se da a conocer en la patente estadounidense nº 4.901.307, titulada "SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS" ["Sistema de comunicación de acceso múltiple de espectro ensanchado que utiliza repetidores satelitales o terrestres"], y la patente estadounidense nº 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"], transferidas ambas al cesionario de la presente invención.

La norma IS-95A ha sido diseñada para optimizar la comunicación de voz, y muchos de los parámetros importantes de diseño del sistema se seleccionan para alcanzar este objetivo. Por ejemplo, puesto que un retardo temporal entre interlocutores es inadmisibles, se tratará de reducir al mínimo los retardos de procesamiento. Se asignará a cada usuario un canal de tráfico capaz de transmitir datos de voz en el transcurso de toda la llamada. Al finalizar la llamada, el canal de tráfico quedará disponible para otro usuario.

Según la norma IS-95A, cada canal de tráfico está diseñado para admitir una velocidad de símbolos de 19,2 Ksps. Si se utiliza un codificador convolutivo de velocidad 1/2, la velocidad de transmisión de datos de cada canal de tráfico se aproxima a los 9,6 Kbps. Aunque no se especifica en la norma IS-95A, las velocidades de transmisión de datos más elevadas son admisibles gracias a la utilización de otras velocidades de código. Por ejemplo, se obtiene una velocidad de transmisión de datos de 14,4 Kbps utilizando un codificador convolutivo de velocidad 1/2 y suprimiendo dos de cada ocho símbolos, para obtener un codificador convolutivo punzado de velocidad 3/4.

El sistema CDMA debe funcionar dentro de la asignación de frecuencias preexistente en la banda celular. Por diseño, se asigna un ancho de banda de 1,2288 MHz a los sistemas CDMA que cumplen el estándar IS-95A para que, de este modo, se utilice por completo la banda celular. El enlace directo hace referencia a la transmisión desde una célula hasta las estaciones remotas. En el enlace directo, el ancho de banda de 1,2288 MHz se divide en 64 canales de código, cada uno de los cuales presenta una capacidad de 19,2 Ksps. La mayoría de los canales de código se definen como canales de tráfico que se asignan, previa petición, a los usuarios para la comunicación de voz. Algunos canales de código se definen como canales de radiobúsqueda que se utilizan para la radiobúsqueda y la mensajería entre la célula y las estaciones remotas. Se reservan varios canales de código, tales como los canales piloto y de sincronización, para sobregastos propios del sistema.

En el sistema CDMA, los usuarios se comunican entre sí a través de estaciones remotas que, a su vez, se comunican entre sí a través de una o más estaciones base. En la presente memoria, el término “estación base” se refiere al hardware con el que las estaciones remotas se comunican. El término “célula” se refiere al hardware o al área de cobertura geográfica, según el contexto en el que se utiliza el término.

En el sistema CDMA, las comunicaciones entre los usuarios son dirigidas a través de una o más células que son servidas por estaciones base. Un primer usuario de una estación remota se comunica con un segundo usuario de una segunda estación remota, o con un teléfono corriente, transmitiendo datos de voz por el enlace inverso a una célula. La célula recibe los datos de voz y puede encaminar los datos hacia otra célula o una red telefónica pública conmutada (RTPC). Si el segundo usuario se halla en una estación remota, los datos se transmiten por el enlace directo de la misma célula, o de una segunda célula, hasta la segunda estación remota. De lo contrario, los datos se encaminan a través de la RTPC hacia el segundo usuario del sistema telefónico corriente. En los sistemas IS-95A, al enlace directo y al enlace inverso se les asignan frecuencias distintas, y los enlaces son independientes entre sí.

La estación remota se comunica por lo menos con una célula durante una comunicación. Las estaciones remotas CDMA son capaces de comunicarse con varias células a la vez durante una transferencia con continuidad (soft hand-off). Una transferencia con continuidad es el procedimiento de establecer un enlace con una nueva célula antes de romper el enlace con la célula anterior. La transferencia con continuidad reduce al mínimo la probabilidad de que se interrumpan las llamadas. El procedimiento y el sistema para proporcionar una comunicación con una estación remota a través de más de una célula durante el procedimiento de transferencia con continuidad se dan a conocer en la patente estadounidense nº 5.267.261, titulada “MOBILE ASSISTED SOFT HANDOFF IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM” [“Transferencia con continuidad asistida por teléfono móvil en un sistema de telefonía celular CDMA”], transferida al cesionario de la presente invención. La transferencia con continuidad incide en diversos aspectos del diseño del sistema CDMA, debido a que es necesario prestar atención al estado y la capacidad de cada una de las diversas células implicadas en la transferencia con continuidad cuando se efectúa una nueva asignación de recursos.

El sistema CDMA es un sistema de comunicación de espectro ensanchado. Los beneficios de la comunicación de espectro ensanchado son muy conocidos en la técnica y pueden apreciarse consultando las referencias citadas anteriormente. Cada canal de código del sistema CDMA puede transmitir hasta 19,2 Ksps. Los 19,2 Ksps se extienden a continuación a través de todo el ancho de banda de 1,2288 MHz del sistema. El sistema CDMA IS-95A incrementa la capacidad transmitiendo menos bits y, por lo tanto, utilizando menos potencia, cuando el usuario no está hablando. Puesto que la capacidad del enlace directo entre la célula y la estación remota está limitada por la potencia de transmisión máxima disponible para la célula, la reducción de la potencia de transmisión durante períodos de inactividad permite aumentar la capacidad del enlace directo.

El usuario de cada estación remota transmite a una velocidad de bits diferente, según el nivel de actividad vocal en la conversación de dicho usuario. Un vocodificador de voz de velocidad variable proporciona datos de voz a velocidad máxima cuando el usuario mantiene una conversación activa, y a velocidad lenta durante los períodos de silencio (por ejemplo, las pausas). El vocodificador de velocidad variable se describe en detalle en la patente estadounidense nº 5.414.796, titulada “VARIABLE RATE VOCODER” [“Vocodificador de velocidad variable”], transferida al cesionario de la presente invención.

La capacidad del enlace directo para la comunicación de voz entre la célula y las estaciones remotas, medida mediante el número de usuarios que puede admitir el sistema CDMA, puede determinarse por medio de la velocidad de bits del usuario de cada estación remota. Esto es así, debido a que otros parámetros, que determinan la capacidad del enlace directo, son fijados por el diseño del sistema o vienen dados. Por ejemplo, la potencia máxima de transmisión disponible para cada célula está limitada por las reglamentaciones de la FCC (Federal Communications Commission - Comisión Federal de Comunicaciones) y también por los niveles aceptables de interferencia con las células adyacentes. La potencia de transmisión necesaria para una velocidad de símbolos dada depende de la razón entre energía por bit y ruido (E_b/N_0) necesaria para la estación remota, la pérdida de trayectoria (p.ej., la localización de la estación remota dentro de la célula) y el nivel de ruido, que son factores que no pueden ser controlados. La razón E_b/N_0 necesaria para mantener el nivel de rendimiento deseado depende de la condición del canal (por ejemplo, el desvanecimiento). Por último, el ancho de banda de 1,2288 MHz del sistema CDMA viene seleccionado por diseño.

En el enlace directo, la potencia de transmisión necesaria también depende de la ortogonalidad de los canales de código. Se utiliza el ensanchamiento mediante código de Walsh para obtener la ortogonalidad de los canales de código del enlace directo. La ortogonalidad reduce al mínimo las interferencias entre los canales de código. Esta ortogonalidad no se conserva en un entorno de trayectorias múltiples y, en consecuencia, el nivel de interferencia aumenta. La potencia de transmisión necesaria se incrementa entonces para mantener la misma razón E_b/N_0 operativa.

La magnitud de actividad vocal en un momento dado es no determinista. Asimismo, habitualmente no existe ninguna correlación en el nivel de actividad vocal entre los usuarios. Por consiguiente, la potencia total transmitida desde una célula hasta todos los usuarios en dicha célula varía con el tiempo y puede estimarse como una distribución gaussiana. Durante el periodo de tiempo en el que el nivel de actividad vocal es alto y la potencia de transmisión

necesaria sobrepasa la potencia máxima de transmisión disponible para la célula, cada bit de datos de voz se transmite con una potencia inferior a la óptima. Puesto que la pérdida de trayectoria es fija, la razón Eb/No se reduce. La reducción de la Eb/No provoca el incremento de la probabilidad de errores de trama en los datos de voz recibidos por los usuarios. Este suceso se denomina "corte temporal".

El número de usuarios capaces de acceder al sistema de comunicación es limitado, a fin de mantener una tasa de errores en tramas (TET) predeterminada. La limitación de la capacidad del enlace directo para mantener la TET predeterminada fuerza a la célula a transmitir a una capacidad inferior a la máxima, por término medio, infrautilizando por ello la capacidad del enlace directo de la célula. En el peor de los casos, hasta la mitad de la capacidad del enlace directo se malgasta para mantener una holgura de hasta 3 dB. La holgura es la diferencia entre la máxima potencia de transmisión disponible en la célula y la potencia media de transmisión de la célula. La holgura sólo se utiliza durante el periodo en que la actividad vocal de los usuarios es alta.

La comunicación de datos dentro del sistema CDMA tiene características distintas a las de la comunicación de voz. Por ejemplo, la comunicación de datos se caracteriza, usualmente, por un largo periodo de inactividad, o de baja actividad, salpicado por fuertes ráfagas de tráfico de datos. Un requisito de sistema importante para la comunicación de datos es el retardo de transmisión necesario para transferir la ráfaga de datos. El retardo de transmisión no tiene el mismo impacto en la comunicación de datos como el que tiene en la comunicación de voz, pero es una métrica importante para medir la calidad del sistema de comunicación de datos.

Un procedimiento para transmitir tráfico de datos en tramas de canal de código de tamaño fijo, en donde la fuente de datos proporciona los datos a velocidad variable, se describe en detalle en la Patente Estadounidense N° 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. Los datos se dividen en tramas de datos, y cada trama de datos puede dividirse adicionalmente en porciones de datos. Las porciones de datos se codifican luego en tramas de canal de código que tienen 20 msec de ancho. A la velocidad de símbolos de 19,2 Ksps, cada trama de canal de código contiene 384 símbolos. Un codificador convolutivo de velocidad 1/2, o de velocidad 1/2 punzada para obtener una velocidad de 3/4, se emplea para codificar los datos, según la aplicación. Utilizando un codificador de velocidad 1/2, la velocidad de información es de aproximadamente 9,6 Kbps. A la velocidad de datos de 9,6 Kbps, hay 172 bits de datos, 12 bits de control de redundancia cíclica (CRC) y 8 bits de cola de código por cada trama de canal de código.

La transmisión de datos a alta velocidad por el enlace directo puede lograrse transmitiendo simultáneamente tráfico de datos por múltiples canales de código. El empleo de múltiples canales de código para la transmisión de datos se da a conocer en la Solicitud de Patente Estadounidense N° 08/656.649, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR PROVIDING RATE SCHEDULED DATA IN A SPREAD SPECTRUM COMMUNICATION SYSTEM" ["Procedimiento y aparato para proporcionar datos a velocidad programada en un sistema de comunicación de espectro ensanchado"], presentada el 31 de mayo de 1996, y transferida al cesionario de la presente invención.

La demanda del enlace directo cambia continuamente a lo largo del tiempo, debido en parte a las variaciones en el nivel de la actividad vocal. El empleo ineficiente del enlace directo puede mejorarse transmitiendo tráfico de datos durante el periodo de baja actividad vocal. A fin de evitar la degradación en la calidad de la comunicación de voz, la transmisión de datos debería ajustarse dinámicamente para equipararse a la capacidad disponible del enlace directo de la célula.

Al tratar con grandes ráfagas esporádicas de tráfico de datos, un sistema debería diseñarse con la capacidad de transmitir a altas velocidades de datos, y con la posibilidad de adjudicar los recursos del enlace directo a los usuarios toda vez que se soliciten, basándose en la disponibilidad del recurso. En un sistema CDMA, el diseño deberá tener en cuenta otras consideraciones de sistema. En primer lugar, puesto que la comunicación de voz no puede tolerar un retardo prolongado, deberá darse prioridad a la transmisión de datos de voz sobre la transmisión de cualquier tipo de tráfico de datos. En segundo lugar, puesto que la magnitud de la actividad vocal en un momento dado es impredecible, el enlace directo deberá ser continuamente supervisado y la transmisión de datos deberá ser dinámicamente ajustada para no sobrepasar la capacidad del enlace directo. En tercer lugar, puesto que el usuario puede estar experimentando una transferencia con continuidad entre varias células, la velocidad de transmisión de datos debe asignarse en función de la capacidad del enlace directo de cada una de las células que participan en la transferencia con continuidad. La presente invención trata de éstas y otras cuestiones.

Resumen de la invención

Según la presente invención, se proporciona un sistema de comunicación, según lo estipulado en la reivindicación 1, y un procedimiento para programar transmisiones, según lo estipulado en la reivindicación 18. Las realizaciones de la presente invención se proporcionan en las reivindicaciones dependientes.

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para programar las transmisiones de datos por un enlace directo de una red de comunicación que comprende por lo menos una célula y por lo menos un usuario programado, comprendiendo dicho procedimiento las etapas siguientes: determinar la capacidad de enlace directo disponible para cada una de dicha(s) célula(s); asignar una velocidad de transmisión asignada a ca-

da uno de dicho(s) usuario(s) programado(s) y enviar dicha velocidad de transmisión asignada a dicho(s) usuario(s) programado(s), y en el que dicha velocidad de transmisión asignada se basa en dicha capacidad del enlace directo disponible para cada una de dicha(s) célula(s).

5 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para programar la transmisión de datos por un enlace directo en una red de comunicación que comprende por lo menos una célula y por lo menos un usuario programado, comprendiendo dicho aparato: medios de control para recopilar información de estado para dicha red de comunicación y para programar transmisiones de datos desde dicha(s) célula(s) hasta dicho(s) usuario(s) programado(s); medios de memoria conectados a dichos medios de control para almacenar dicha información de estado; y medios de temporización conectados a dichos medios de control para proporcionar señales de temporización a dichos medios de control, permitiendo dichas señales de temporización realizar la programación de la transmisión de datos a dichos medios de control.

15 La presente invención proporciona asimismo un aparato para programar la comunicación de datos por un enlace directo entre una estación base y una o más estaciones remotas de una célula, comprendiendo el aparato: medios para determinar, en cada período de una secuencia de períodos de programación, los recursos disponibles en la célula para la comunicación de datos por el enlace directo; medios para asignar los recursos disponibles en cada período de programación a la estación remota, o a cada estación remota; y medios para controlar la comunicación de datos por el enlace directo, según los recursos asignados respectivamente a la estación remota, o a cada estación remota.

20 La presente invención proporciona asimismo un procedimiento para programar la comunicación de datos por un enlace directo entre una estación base y una o más estaciones remotas de una célula, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes: determinar, en cada período de una secuencia de períodos de programación, los recursos disponibles en la célula para la comunicación de datos por el enlace directo; asignar los recursos disponibles en cada período de programación a dicha estación remota, o a cada estación remota; y controlar la comunicación de datos por el enlace directo, según los recursos asignados respectivamente a la estación remota, o cada estación remota.

30 En un sistema CDMA, la utilización del enlace directo mejora y el retardo de la comunicación de datos se reduce facilitando medios de transmisión de tráfico de datos a través de los canales de código primario y secundario. A cada estación remota se le asigna un canal de código primario por la duración de la comunicación con una célula. El canal de código primario puede ser utilizado por la célula para efectuar transmisiones no programadas de pequeñas cantidades de datos y mensajes de control sin el retardo adicional ocasionado por la programación. A las estaciones remotas se les puede asignar, o no, canales de código secundario. Los canales de código secundario pueden ser de varios tipos y cada tipo puede presentar la misma capacidad de transmisión que el canal de código primario o una capacidad distinta. Los canales de código secundario son asignados por el programador de canales para la transmisión programada de tráfico de datos a altas velocidades. Los canales de código secundarios son asignados por un programador de canales en cada período de programación, y pueden ser reasignados durante el período de programación, según la disponibilidad de la capacidad del enlace directo. Además, los canales de código secundario pueden agruparse en conjuntos de canales de código secundario, siendo definido cada conjunto por medio de un agrupamiento exclusivo de canales de código secundario.

45 Cuando la célula presenta una gran cantidad de datos para transmitir a la estación remota, el programador de canales recopila información relativa a la cantidad de datos que deben transmitirse, la capacidad de enlace directo disponible para cada célula de la red y otros parámetros que se indicarán más adelante. Basándose en la información recopilada y según una lista de objetivos del sistema, el programador de canales programa la transmisión de datos a alta velocidad, asignando un recurso a la estación remota y seleccionando un conjunto de canales de código secundario correspondiente a la velocidad de transmisión asignada. Los datos se dividen en tramas de datos, y cada trama de datos puede dividirse asimismo en porciones de datos. Todas las porciones de datos se codifican y distribuyen en tramas de canal de código. Las tramas de canal de código se transmiten a través de los canales de código primario y secundario asignados. La estación remota recibe las tramas de canal de código por cada uno de los canales de código asignados y vuelve a reunir las porciones de datos de las tramas de canal de código. Si la demanda de potencia de transmisión para el enlace directo aumenta, pueden abandonarse temporalmente uno o más canales de código secundario, según las necesidades, para satisfacer la demanda adicional.

55 La velocidad de transmisión de datos es asignada por el programador de canales basándose en la cantidad de datos que se van a transmitir. Las pequeñas cantidades de datos se transmiten de forma inmediata por el canal de código primario. Para cantidades mayores de datos, el programador de canales asigna canales de código secundario. Los canales de código secundario incrementan la velocidad de transmisión del enlace directo y, por lo tanto, reducen el tiempo necesario para transmitir mayores cantidades de datos.

60 A los usuarios del sistema CDMA se les asigna una prioridad basada en un grupo de factores. Estos factores incluyen la energía de transmisión por bit que necesita el usuario para el nivel de rendimiento requerido, la lista de células que dan servicio al usuario, la cantidad de datos que se van a transmitir, el tipo de datos que se van a transmitir, el tipo de servicio de datos que se proporciona al usuario y la magnitud del retardo que ya ha experimentado el usuario. Los recursos disponibles se asignan en primer lugar al usuario que posee la prioridad más alta y en último lugar al usuario que posee la prioridad más baja.

Breve descripción de los dibujos

Las características, los objetivos y las ventajas de la presente invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción detallada de un ejemplo de realización proporcionado a continuación, considerado conjuntamente con los dibujos, en los que se emplean uniformemente caracteres de referencia similares para referirse a elementos similares, y en los que:

la Figura 1 es un diagrama de una red celular que comprende una pluralidad de células, una pluralidad de estaciones base y una pluralidad de estaciones remotas;

la Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra el ejemplo de implementación de la presente invención en un sistema de transmisión CDMA;

la Figura 3 es un diagrama de bloques del controlador de canales;

la Figura 4 es un diagrama de bloques del ejemplo de estructura de receptor de la estación remota;

la Figura 5 es un diagrama de flujo de la programación de velocidades del enlace directo de la presente invención;

la Figura 6 es un diagrama de flujo de la asignación de velocidades de transmisión de la presente invención;

la Figura 7 es un diagrama de flujo de la reasignación de velocidades de transmisión de la presente invención;

la Figura 8 es un diagrama de tiempos que representa la asignación de velocidades de transmisión y la transmisión de datos a la velocidad de transmisión asignada, y

la Figura 9 es un diagrama que representa un ejemplo de utilización de la programación de velocidades del enlace directo de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Con referencia a las Figuras, la Figura 1 representa un ejemplo de red de comunicación celular que se compone de varias células 2a a 2g. Cada célula 2 recibe el servicio desde una correspondiente estación base 4. En el ejemplo de realización, la red celular es una red de comunicación CDMA, aunque la presente invención es aplicable a todos los formatos de comunicación inalámbrica. Dispersas por toda la red CDMA, se hallan diversas estaciones remotas 6. Cada una de las estaciones remotas 6 se comunica con una o más células, según que la estación remota esté o no experimentando una transferencia con continuidad. Por ejemplo, las estaciones remotas 6a y 6b se comunican exclusivamente con la estación base 4c, las estaciones remotas 6d y 6e se comunican exclusivamente con la estación base 4d, pero la estación remota 6c, que está situada cerca del borde de una célula, está experimentando una transferencia con continuidad y se comunica de forma simultánea con las estaciones base 4c y 4d. La utilización de la transferencia con continuidad en un sistema CDMA se describe de forma detallada en la patente estadounidense nº 5.267.261 mencionada anteriormente,

En la Figura 2, se representa un ejemplo de diagrama de bloques que ilustra la arquitectura básica de la red CDMA. El controlador 10 de la estación base se interconecta con una interfaz 22 de red de paquetes (IRP), la RTPC 30 y todas las estaciones base 4 de la red CDMA (sólo se representa una estación base 4 en la Figura 2, para simplificar). El controlador 10 de la estación base coordina la comunicación entre las estaciones remotas 6 de la red CDMA y otros usuarios conectados a la interfaz 22 de red de paquetes y la RTPC 30. La RTPC 30 se interconecta con los usuarios a través de la red telefónica corriente (no representada en la Figura 2).

La fuente 20 de datos contiene una gran cantidad de información que debe transmitirse a la estación remota 6. La fuente 20 de datos proporciona los datos a la interfaz 22 de red de paquetes. La interfaz 22 de red de paquetes recibe los datos y los proporciona al elemento 14 de selección. El controlador 10 de la estación base contiene muchos elementos 14 de selección, aunque sólo se representa uno en la Figura 2, para simplificar. Se asigna un elemento 14 de selección para controlar la comunicación entre una o más estaciones base 4 y la estación remota 6. Si no se ha asignado el elemento 14 de selección a la estación remota 6, hecho que indica que no se ha asignado un canal de código primario a la estación remota 6, la interfaz 22 de red de paquetes indica al procesador 16 de control de llamadas que es necesario localizar la estación remota 6. El procesador 16 de control de llamadas ordena entonces a la estación base 4 que localice la estación remota 6 y asigna un canal de código primario a la estación remota 6. Una vez que se ha asignado a la estación remota 6 un canal de código primario y que se ha asignado el elemento 14 de selección, la interfaz 22 de red de paquetes suministra datos de la fuente 20 de datos al elemento 14 de selección. El elemento 14 de selección mantiene una cola que contiene los datos que se van a transmitir a la estación remota 6.

El programador 12 de canales se conecta con todos los elementos 14 de selección dentro del controlador 10 de la estación base. El programador 12 de canales programa la transmisión de datos de alta velocidad y asigna los canales de código que se utilizarán en la transmisión de datos de alta velocidad por el enlace directo. La programación de la velocidad de transmisión asignada se proporciona al elemento 14 de selección, se encamina a través de la estación base 4 y se transmite a la estación remota 6.

El elemento 14 de selección envía los datos, en tramas de datos, a la estación base 4. En la presente memoria, el término “trama de datos” se refiere a la cantidad de datos que se transmiten desde la estación base 4 hasta la estación remota 6 en un período de tiempo de una trama. Si la transmisión de datos tiene lugar a través de varios canales de código, la trama de datos se divide además en porciones de datos, siendo transmitida cada porción de

- 5 datos a través de un canal de código primario o secundario. Por consiguiente, una porción de datos puede ser una fracción de la trama de datos o la trama de datos completa, según el número de canales de código utilizados. Cada porción de datos se codifica y los datos codificados resultantes forman lo que se denomina una “trama de canal de código”.
- 10 Las tramas de datos se envían desde el elemento 14 de selección hasta los elementos 40a y 40b de canal. Los elementos 40a y 40b de canal formatean las tramas de datos, introducen un conjunto de bits CRC generados y un conjunto de bits de cola de código, codifican convolutivamente los datos e intercalan los datos codificados según la exposición de la patente estadounidense nº 5.504.773 mencionada anteriormente. Los elementos 40a y 40b de canal realizan entonces el ensanchamiento de los datos entrelazados con un código de pseudoruido (PN) largo, un código
- 15 de Walsh y códigos PN_I y PN_Q cortos. Los datos ensanchados son sometidos a elevación de frecuencia, filtrado y amplificación por el transmisor (TRMR) 42 para obtener una señal RF (Radiofrecuencia). La señal RF se transmite a través del aire, mediante la antena 44, por el enlace directo 50.

- En la estación remota 6, la señal RF es recibida por la antena 60 y encaminada hacia el receptor (RCTR) 62. El
- 20 receptor 62 filtra, amplifica, reduce la frecuencia y cuantifica la señal RF, y proporciona la señal de banda base digitalizada al demodulador (DEMODO) 64. La señal de banda base digitalizada es desensanchada por el demodulador 64 y las salidas demoduladas del demodulador 64 son proporcionadas al descodificador 66. El descodificador 66 efectúa las funciones inversas de las funciones de procesamiento de señales realizadas en la estación base 4, en particular, las funciones de desintercalado, descodificación convolutiva y verificación de CRC. Los datos descodificados se pro-
- 25 porcionan al sumidero de datos 68. El hardware, como se ha descrito anteriormente, tiene capacidad para transmitir comunicaciones de datos y voz a través de la red CDMA.

- Las funciones descritas anteriormente también pueden ser realizadas por otras implementaciones. Por ejemplo, el programador 12 de canales y el elemento 14 de selección pueden incluirse en la estación base 4. La localización del
- 30 programador 12 de canales y del elemento 14 de selección depende de si se desea un procesamiento de programación centralizado o distribuido. Por consiguiente, pueden tenerse en cuenta otras implementaciones de las funciones descritas anteriormente, y que están comprendidas dentro del ámbito de la presente invención.

- Las transmisiones del enlace directo pueden dividirse en dos clases. La primera clase contiene tareas no progra-
- 35 madas que, en la realización preferida, no se han programado debido a la intolerancia a los retardos de procesamiento adicionales. Esta clase incluye comunicaciones de voz y parte de los sobregastos propios del sistema, tal como la señal piloto, la información de radiobúsqueda y las confirmaciones de tráfico de datos. La segunda clase abarca tareas programadas que pueden tolerar retardos adicionales de procesamiento y de permanencia en cola. Esta clase incluye la mayoría de las comunicaciones de datos entre las células y las estaciones remotas 6. A esta segunda clase se le pueden
- 40 asignar velocidades altas.

- Como se representa en la Figura 1, las estaciones remotas 6 están dispersas por toda la red CDMA y pueden comunicarse con una o más células a la vez. Por consiguiente, el programador 12 de canales coordina las transmisiones de las tareas programadas y no programadas a través de toda la red CDMA. La transmisión de las tareas programadas
- 45 por el enlace directo entre las células y las estaciones remotas 6 es programada por el programador 12 de canales, basándose en la disponibilidad de la capacidad del enlace directo, para evitar la degradación en la transmisión de las tareas programadas y no programadas. El programador 12 de canales se encarga de la función de asignar los recursos disponibles a cada usuario programado en la estación remota 6 dentro de la red CDMA para optimizar, de esta manera, un conjunto de objetivos. Estos objetivos incluyen (1) mejor utilización del enlace directo transmitiendo
- 50 tantas tareas programadas y no programadas como puedan admitir las limitaciones de capacidad del sistema, (2) mejor calidad de la comunicación aumentando la velocidad de transmisión y, por lo tanto, reduciendo al mínimo el retardo de transmisión de los datos y (3) asignación equitativa de recursos a todos los usuarios programados basándose en un conjunto de prioridades. Los objetivos se optimizan equilibrando una lista de factores que se describirá en detalle más adelante.

- 55 En la Figura 3, se representa un diagrama de bloques del programador 12 de canales de la presente invención. El controlador 92 recopila la información pertinente de todas las células de la red CDMA y programa las transmisiones de datos a alta velocidad. El controlador 92 puede implementarse en un microcontrolador, un microprocesador, un chip de procesamiento de señales digitales (DSP) o un ASIC (Circuito Integrado Específico para la Aplicación) programado para realizar la función según se describe aquí. El controlador 92 se conecta con todos los elementos 14 de selección del controlador 10 de la estación base. El controlador 92 recopila información relativa a la demanda del enlace directo y la capacidad disponible en cada célula. La información recopilada se almacena en el elemento 94 de memoria y es recuperada por el controlador 92 cuando se necesita. El elemento 94 de memoria puede implementarse mediante un elemento de almacenamiento o uno cualquiera de los dispositivos de memoria conocidos en la técnica,
- 60 tales como los dispositivos de memoria RAM, los circuitos de enganche u otros tipos de dispositivos de memoria. El controlador 92 también se conecta con el elemento 96 de temporización. El elemento 96 de temporización puede implementarse con un contador que es dirigido por el reloj del sistema, un oscilador incorporado que se sincroniza con una señal externa o un elemento de almacenamiento que recibe la temporización del sistema desde una fuente

externa. El elemento 96 de temporización proporciona al controlador 92 las señales de temporización necesarias para realizar la programación de velocidades del enlace directo. Las señales de temporización también permiten al controlador 92 enviar la programación de las velocidades de transmisión asignadas al elemento 14 de selección en el intervalo adecuado.

I. Programación de velocidades del enlace directo

En la Figura 5, se representa el diagrama de flujo del procedimiento de programación de velocidades del enlace directo. La primera etapa del procedimiento de programación, etapa 200, incluye la recopilación de toda la información pertinente necesaria para la asignación óptima de recursos a cada usuario programado. La información pertinente puede incluir la potencia máxima de transmisión disponible para cada célula, el número de usuarios programados y no programados, la potencia de transmisión de la tarea no programada de cada estación remota 6 durante los períodos de programación anteriores, la energía de transmisión por bit para las tareas programadas de los períodos de programación anteriores, la cantidad de datos que se van a programar y transmitir a cada usuario, el conjunto de miembros activos de cada estación remota 6 que indica las células con las cuales se comunica la estación remota 6, la prioridad de los usuarios programados y los canales de código disponibles para la transmisión para cada célula. Todos estos parámetros son descritos en detalle más abajo. Una vez que se ha recopilado la información de cada célula, el programador 12 de canales asigna los recursos a los usuarios programados basándose en la información recopilada y el conjunto de objetivos mencionados anteriormente en la etapa 202. Los recursos asignados pueden adoptar la forma de una velocidad de transmisión asignada o una potencia de transmisión asignada. Entonces, la potencia de transmisión asignada puede ser equiparada con una velocidad de transmisión asignada, basándose en la energía por bit necesaria del usuario programado. La programación de las velocidades de transmisión asignadas se envía, a continuación, a cada estación remota 4 a la que se ha asignado una velocidad de transmisión en la etapa 204. Los datos se envían al elemento 14 de selección y se transmiten a la estación remota 6, a la velocidad de transmisión asignada, después de una cantidad predeterminada de tramas. El programador 12 de canales espera entonces, en la etapa 206, hasta el siguiente periodo de programación para volver a empezar el ciclo de programación.

Como se ha indicado anteriormente, la asignación de recursos puede realizarse por lo menos mediante dos realizaciones. En la primera realización, el programador 12 de canales asigna una velocidad de transmisión de datos a cada usuario programado. Y, en la segunda realización, el programador 12 de canales asigna una potencia de transmisión a cada usuario programado.

En la primera realización, la asignación de recursos a los usuarios programados, en la etapa 202 del diagrama de flujo de la Figura 5, se ilustra adicionalmente mediante el diagrama de flujo representado en la Figura 6. El programador 12 de canales inicia el diagrama de flujo de la Figura 6, después de haber recopilado la información pertinente necesaria para la asignación óptima de velocidades de transmisión de datos a los usuarios programados. El programador 12 de canales empieza por la etapa 210. En la primera etapa, el programador 12 de canales calcula la potencia residual total disponible para cada célula de la red CDMA en la etapa 212. La potencia residual total disponible para la transmisión programada para cada célula se calcula de la siguiente forma:

$$P_j = P_{\text{máx},j} - P_{\text{comp},j} - \bar{P}_{\text{noprog},j} \quad (1)$$

siendo P_j la potencia residual total disponible para la célula j , $P_{\text{máx},j}$ la potencia máxima de transmisión disponible para la célula j , $P_{\text{comp},j}$ la potencia de compensación para la célula j , y $\bar{P}_{\text{noprog},j}$ es la potencia de transmisión prevista necesaria para las tareas no programadas en la célula j . La potencia de compensación es un valor que permite a las células compensar las variaciones de la potencia de transmisión necesaria para las tareas programadas y no programadas dentro del periodo de programación. La potencia de compensación puede utilizarse también para el control de la potencia del enlace directo de las tareas programadas. Más adelante, se proporciona una descripción completa y detallada de cada uno de los términos de potencia de la ecuación (1), y de la obtención de la ecuación (1).

El programador 12 de canales crea, a continuación, una lista de prioridades de todos los usuarios programados, en la etapa 214. La lista de prioridades depende de numerosos factores que se describen en detalle más adelante. Los usuarios programados se disponen según su prioridad relativa, es decir, el usuario programado que presenta la prioridad más alta se coloca en la parte superior de la lista y el usuario programado que presenta la prioridad más baja se coloca en la parte inferior de la lista. A continuación, el programador 12 de canales entra en un bucle y asigna la capacidad disponible del enlace directo a los usuarios programados, según la lista de prioridades.

En la primera etapa dentro del bucle de asignación de velocidades de transmisión, el programador 12 de canales selecciona el usuario programado que tiene la prioridad más alta de la lista de prioridades, en la etapa 216. El programador 12 de canales identifica, entonces, las células que dan servicio a este usuario programado. Estas células se indican en el conjunto de miembros activos del usuario programado. En el ejemplo de realización, cada célula del conjunto de miembros activos se comunica con la estación remota 6 por el canal de código primario. La transmisión de datos a alta velocidad a través de los canales de código secundarios puede realizarse a través de una o más células del conjunto de miembros activos. El programador 12 de canales selecciona en primer lugar las células

las en el conjunto de miembros activos que van a brindar soporte a la transmisión de datos a alta velocidad. Para cada célula seleccionada, el programador 12 de canales calcula la velocidad de transmisión máxima admisible para el usuario programado, en la etapa 218. La velocidad de transmisión máxima admisible puede calcularse dividiendo la potencia residual total disponible para la célula seleccionada por la energía por bit necesaria para transmitir al usuario. Para asegurar que la potencia de transmisión que se va a asignar a este usuario programado pueda ser proporcionada por cada célula seleccionada, el programador 12 de canales selecciona la velocidad de transmisión mínima de la lista de velocidades de transmisión máximas admisibles, en la etapa 220. La velocidad de transmisión mínima seleccionada se define como la velocidad de transmisión máxima para este usuario programado. A continuación, el programador 12 de canales determina la cantidad de datos que se van a transmitir al usuario programado, a partir del tamaño de la cola de datos. El programador 12 de canales recomienda una velocidad de transmisión preferida, de acuerdo con el tamaño de la cola, en la etapa 222. La velocidad de transmisión preferida es la velocidad de transmisión mínima (o una velocidad inferior) necesaria para transmitir los datos dentro del intervalo de programación.

El programador 12 de canales asigna una velocidad de transmisión de datos al usuario programado, basándose en la velocidad de transmisión preferida y la velocidad de transmisión máxima; en la etapa 224. La velocidad de transmisión asignada es la menor entre la velocidad de transmisión preferida y la velocidad de transmisión máxima, también en este caso, para mantener la conformidad con la potencia residual total para las células seleccionadas. Una vez asignada una velocidad de transmisión de datos a este usuario programado, el programador 12 de canales suprime el usuario programado de la lista de prioridades, en la etapa 226. A continuación, en la etapa 228, se actualiza la potencia residual total disponible para cada célula seleccionada, para reflejar la potencia asignada al usuario programado que se acaba de suprimir de la lista de prioridades. Entonces, el programador 12 de canales determina en la etapa 230 si se ha asignado una velocidad de transmisión a todos los usuarios programados de la lista de prioridades. Si la lista de prioridades no está vacía, el programador 12 de canales regresa a la etapa 216 y asigna una velocidad de transmisión de datos al usuario programado que presenta la siguiente prioridad más alta. El bucle de asignación se repite hasta que la lista de prioridades no contiene ningún usuario programado. Si la lista de prioridades está vacía, el procedimiento de asignación termina en la etapa 232.

En la segunda realización, la asignación de recursos a los usuarios programados, en la etapa 202 del diagrama de flujo de la Figura 5, se realiza asignando una potencia de transmisión a cada usuario programado. En esta realización, las etapas 210, 212 y 214 son las mismas que en la primera realización, pero el bucle de asignación de velocidad de transmisión es sustituido por un bucle de asignación de potencia de transmisión. En la primera etapa dentro del bucle de asignación de potencia de transmisión, el programador 12 de canales selecciona el usuario programado que presenta la prioridad más alta de la lista de prioridades. El programador 12 de canales selecciona, a continuación, las células del conjunto de miembros activos que van a prestar servicio a este usuario programado en la transmisión de datos a alta velocidad. Para cada célula seleccionada, el programador 12 de canales calcula la potencia de transmisión máxima admisible para el usuario programado. Para asegurar que la potencia de transmisión asignada a este usuario programado pueda ser proporcionada por cada célula seleccionada, el programador 12 de canales selecciona la potencia de transmisión mínima de la lista de potencias de transmisión máximas admisibles. A continuación, el programador 12 de canales recomienda una potencia de transmisión preferida basándose en el tamaño de la cola. La potencia de transmisión asignada es la menor entre la potencia de transmisión mínima y la potencia de transmisión preferida. Entonces, la potencia de transmisión asignada se envía al elemento 14 de selección, que determina la velocidad de transmisión asignada basándose en la potencia de transmisión asignada y la energía por bit necesaria del usuario programado.

Una vez que se ha asignado una potencia de transmisión a este usuario programado, el programador 12 de canales suprime el usuario programado de la lista de prioridades. La potencia residual total disponible para cada célula seleccionada se actualiza, a continuación, para reflejar la potencia asignada al usuario programado que se acaba de suprimir de la lista de prioridades. Entonces, el programador 12 de canales determina si se ha asignado una potencia de transmisión a todos los usuarios programados de la lista de prioridades. Si la lista de prioridades no está vacía, el programador 12 de canales asigna una potencia de transmisión al usuario programado que presenta la siguiente prioridad más alta. El bucle de asignación de potencia de transmisión se repite hasta que la lista de prioridades no contiene ningún usuario programado. Si la lista de prioridades está vacía, el procedimiento de asignación termina.

En la segunda realización, el elemento 14 de selección puede asignar nuevas velocidades de transmisión de datos a los usuarios programados en cada trama del período de programación, basándose en los cambios de la razón Eb/No necesaria de los usuarios programados. Esto permite al elemento 14 de selección mantener una comunicación de calidad de las tareas programadas y no programadas, manteniendo la relación Eb/No necesaria mientras se limita la potencia de transmisión necesaria a la potencia de transmisión máxima disponible para las células.

La potencia residual total disponible para cada célula seleccionada puede asignarse también a los usuarios programados sin utilizar ningún bucle de asignación. Por ejemplo, la potencia de transmisión total puede asignarse según una función de ponderación. La función de ponderación puede basarse en la prioridad de los usuarios programados y/o en otros factores.

La lista de prioridades determina la asignación de los recursos (por ejemplo, la potencia de transmisión) a los usuarios programados. A un usuario programado que presenta una prioridad más alta se le asignan más recursos

que a otro que presenta una prioridad más baja. Aunque es preferible asignar los recursos en un orden basado en la prioridad de los usuarios programados, esto no constituye una limitación necesaria. Los recursos disponibles pueden asignarse según cualquier tipo de orden, estando todos éstos comprendidos dentro del ámbito de la presente invención.

La programación de velocidades del enlace directo puede realizarse de forma continua, periódica o escalonada. Si la programación se realiza de forma continua o periódica, el intervalo de programación se selecciona de tal forma, que la potencia de transmisión de las células se utiliza por completo durante todo el período de programación, pero no sobrepasa la potencia de transmisión máxima disponible para cada célula. Este objetivo puede alcanzarse mediante las realizaciones indicadas a continuación. Es posible considerar otras realizaciones que constituyen variantes o combinaciones de las realizaciones siguientes y que están dentro del ámbito de la presente invención.

En la primera realización, la programación (o asignación de recursos) se realiza en cada trama. Esta realización permite al programador 12 de canales ajustar dinámicamente la potencia de transmisión necesaria para las tareas programadas en cada trama, a fin de utilizar por completo la potencia residual total disponible para cada célula de la red. Se necesita más procesamiento para asignar los recursos en cada trama. Asimismo, se necesita más sobregasto del sistema para transmitir, en cada trama, la información de programación necesaria a cada usuario programado.

En la segunda realización, la programación se realiza cada K tramas, siendo K un entero superior a uno. En cada intervalo de programación, el programador 12 de canales asigna la cantidad máxima de recursos para cada tarea programada. En el ejemplo de realización, puede calcularse la cantidad máxima de recursos asignados, suprimiendo la potencia de compensación, $P_{comp,j}$ de la ecuación (1) y/o utilizando una predicción baja de la potencia de transmisión necesaria, $P_{noprog,j}$ para las tareas no programadas. Como alternativa, la cantidad máxima de recursos asignados puede calcularse utilizando un valor superior al valor concreto de $P_{max,j}$ en la ecuación (1). La programación de las velocidades de transmisión asignadas se transmite a los usuarios programados una vez por cada período de programación. Las transmisiones de datos a las velocidades de transmisión asignadas se producen después de un número predeterminado de tramas, como se indicará más adelante. La cantidad máxima de recursos adjudicada para las tareas programadas es asignada por el programador 12 de canales para todo el período de programación. Si durante un período de programación la potencia residual total disponible para las células no admite la transmisión de datos a las velocidades de transmisión asignadas, el programador 12 de canales puede efectuar la transmisión de datos a velocidades de transmisión más bajas.

La segunda realización presenta la ventaja de que requiere menos sobregasto del sistema para transmitir la programación de las velocidades de transmisión asignadas a los usuarios programados. En la primera realización, la programación de las velocidades asignadas se transmite en cada trama a los usuarios programados. Una parte de la potencia de transmisión disponible se asigna así a este sobregasto. En la segunda realización, la programación de las velocidades de transmisión asignadas se transmite una vez en cada período de programación a los usuarios programados. Por ejemplo, si el intervalo de programación es de diez tramas, la segunda realización necesitará algo más de 1/10 del sobregasto de la primera realización y todavía mantendrá una utilización eficaz del enlace directo.

Por otra parte, en una tercera realización, la programación de las velocidades del enlace directo puede ser escalonada. En esta realización, la programación puede ser desencadenada por ciertos sucesos. Por ejemplo, el programador 12 de canales puede realizar la programación de las velocidades del canal directo siempre que se reciba una petición de transmisión de datos a alta velocidad o cada vez que finalice una transmisión programada de datos a alta velocidad a la estación remota 6. El programador 12 de canales conoce la cantidad de datos que debe transmitirse a cada estación remota 6 y la velocidad de transmisión asignada. De esta forma, el programador 12 de canales puede determinar cuándo finaliza la transmisión de datos a alta velocidad. Cuando la transmisión programada a la estación remota 6 termina, el programador 12 de canales puede realizar la programación y asignar los recursos del enlace directo a otras estaciones remotas 6. La velocidad de transmisión asignada se transmite a las estaciones remotas 6 a las cuales se ha asignado una velocidad de transmisión.

El programador 12 de canales puede realizar la programación de velocidades del enlace directo para todas las células de la red CDMA. Esta implementación permite al programador 12 de canales programar con eficacia la transmisión de datos a alta velocidad para las estaciones remotas 6 que están experimentando una transferencia con continuidad y se están comunicando con varias células. La programación para toda la red es más compleja, debido a las diversas interacciones entre las células y las estaciones remotas 6. Para simplificar la programación, las tareas programadas pueden dividirse en dos categorías concretas: las tareas programadas para las estaciones remotas 6 que están experimentando una transferencia con continuidad y las tareas programadas para las estaciones remotas 6 que no están experimentando ninguna transferencia con continuidad. Mediante esta implementación, la programación de velocidades del enlace directo para las estaciones remotas 6 que se están comunicando sólo con una célula puede realizarse en el ámbito de la célula. Las estaciones remotas 6 que se están comunicando con varias células pueden ser programadas por el programador 12 de canales. La presente invención es aplicable a todas las implementaciones de la programación de velocidades del enlace directo, incluida la programación centralizada, la programación distribuida y combinaciones cualesquiera de ambas.

II. Reasignación de recursos

En la primera realización de la rutina de asignación de recursos descrita anteriormente, en la que la asignación de recursos se realiza en cada trama, los recursos pueden reasignarse durante el período de programación para ajustarse a la demanda del enlace directo con la potencia de transmisión disponible. Aunque los recursos se asignan de trama en trama, el retardo de programación tal vez determine que la asignación de recursos sea inferior a la óptima. Durante el retardo de programación, el estado del sistema puede haber cambiado. Asimismo, las previsiones iniciales tal vez no sean precisas y requieran alguna modificación.

En la segunda realización de la rutina de asignación de recursos, en la que la asignación de recursos se realiza cada K tramas, los recursos también pueden reasignarse durante el período de programación. En el ejemplo de implementación de la segunda realización, la transmisión de datos se realiza a la velocidad de transmisión asignada para todo el período de programación, sin utilizar la rutina de reasignación de recursos. De esta forma, la rutina de programación se simplifica, aunque se pueden producir cortes temporales cuando la potencia de transmisión necesaria sobrepase la potencia de transmisión máxima disponible para la célula. En la implementación preferida, los recursos se reasignan de trama en trama para reducir al mínimo los cortes temporales.

Si durante el período de programación la potencia residual total para las células no permite las transmisiones de datos a las velocidades de transmisión asignadas, el programador de canales puede determinar que las transmisiones de datos se realicen a velocidades de transmisión más bajas. Para cada trama en la que la potencia residual total para la célula es inadecuada para atender la demanda de las tareas programadas y no programadas, el programador 12 de canales determina la magnitud del incremento de la demanda de enlace directo y los recursos del enlace directo disponibles y asigna velocidades de transmisión más bajas para algunos o todos los usuarios programados, de tal forma que la potencia de transmisión necesaria para las células no sobrepase la potencia de transmisión máxima disponible para las células. En el ejemplo de realización, las velocidades de transmisión más bajas se denominan “velocidades de transmisión temporales” y se utilizan sólo para una trama. Para las tramas subsiguientes del período de programación, las velocidades de transmisión asignadas son utilizadas también, a menos que sean modificadas, nuevamente, por el programador 12 de canales. En el ejemplo de realización, la reasignación de recursos se realiza de trama en trama para asegurar que la potencia de transmisión necesaria para las tareas programadas y no programadas de cada célula sea inferior a la potencia de transmisión máxima disponible para las células. La reasignación de recursos puede realizarse mediante varias realizaciones, dos de las cuales se describirán a continuación. También pueden considerarse otras realizaciones que están dentro del ámbito de la presente invención.

En una primera realización de la rutina de reasignación de recursos, que es complementaria a la primera realización de la rutina de asignación de recursos descrita anteriormente, la reasignación de recursos se realiza mediante la reasignación de velocidades de transmisión. Esta realización se ilustra en el diagrama de flujo de la Figura 7. El programador 12 de canales empieza por la etapa 240. En la etapa 242, el programador 12 de canales crea una lista de las células de la red en las que la potencia de transmisión necesaria para las tareas programadas y no programadas sobrepasa la potencia de transmisión disponible para la célula. El programador 12 de canales calcula, a continuación, la potencia residual total disponible para cada célula de la lista de células mediante la ecuación (1), en la etapa 244. Entonces, el programador 12 de canales crea la lista de prioridades de todos los usuarios programados que se están comunicando por lo menos con una célula de la lista de células y a los que se les ha asignado una velocidad de transmisión para el período de programación actual, en la etapa 246. Los usuarios programados de la lista de prioridades se denominan “usuarios programados afectados”. Entonces, el programador 12 de canales entra en un bucle y reasigna la velocidad de transmisión de algunos o todos los usuarios programados afectados según la lista de prioridades y la lista de células.

En la primera etapa del bucle de reasignación de velocidades de transmisión, el programador 12 de canales selecciona el usuario programado afectado que presenta la prioridad más alta, en la etapa 248. A continuación, el programador 12 de canales identifica las células que prestan servicio al usuario programado afectado en la transmisión de datos a alta velocidad. Estas células se denominan “células seleccionadas”. A continuación, el programador 12 de canales calcula la velocidad de transmisión máxima admisible del usuario programado afectado para cada célula seleccionada, en la etapa 250. Para asegurar que la potencia de transmisión necesaria para este usuario programado pueda ser proporcionada por cada una de las células seleccionadas, el programador 12 de canales selecciona la velocidad de transmisión mínima de la lista de velocidades de transmisión máximas admisibles y la velocidad de transmisión asignada, en la etapa 252. La velocidad de transmisión mínima seleccionada se define como la velocidad de transmisión temporal. En la realización preferida, la velocidad de transmisión temporal sólo se asigna al usuario programado para la próxima trama, en la etapa 254. El usuario programado afectado se suprime de la lista de prioridades en la etapa 256. A continuación, en la etapa 258, se actualiza la potencia residual total disponible para cada célula seleccionada, para que refleje la potencia asignada al usuario programado afectado que se acaba de suprimir de la lista de prioridades. El programador 12 de canales actualiza, entonces, la lista de células y suprime las células para las cuales la potencia residual total es cero, en la etapa 260. A continuación, el programador 12 de canales determina si la lista de células está vacía, en la etapa 262. Si la lista de células no está vacía, el programador 12 de canales determina si la lista de prioridades está vacía, en la etapa 264. Si la lista de prioridades no está vacía, el programador 12 de canales vuelve a la etapa 248 y reasigna una velocidad de transmisión de datos al usuario programado afectado que presenta la siguiente prioridad más alta. El bucle de reasignación de velocidades de

transmisión continúa hasta que la lista de células o la lista de prioridades estén vacías. Si la lista de células o la lista de prioridades están vacías, el procedimiento de reasignación de velocidades de transmisión termina en la etapa 266.

5 En la segunda realización, que es complementaria a la segunda realización de la rutina de asignación de recursos descrita anteriormente, la reasignación de recursos se realiza mediante la reasignación de potencias de transmisión. En esta realización, las etapas 240, 242 y 244 son las mismas que en la primera realización, pero el bucle de reasignación de velocidades de transmisión es sustituido por un bucle de reasignación de potencias de transmisión. En la primera etapa del bucle de reasignación de potencias de transmisión, el programador 12 de canales crea una lista de células de las células de la red en las que la potencia de transmisión necesaria para las tareas programadas y no programadas sobrepasa la potencia de transmisión disponible para la célula. El déficit de potencia se define como la cantidad de potencia de transmisión que necesita una célula menos la potencia de transmisión disponible para la célula. A continuación, el programador 12 de canales crea la lista de prioridades de todos los usuarios programados que se están comunicando por lo menos con una célula de la lista de células y a los que se les ha asignado una potencia de transmisión para el período de programación actual. Los usuarios programados de la lista de prioridades se denominan “usuarios programados afectados”. El programador 12 de canales entra, entonces, en un bucle y reasigna la potencia de transmisión de algunos o todos los usuarios programados afectados según la lista de prioridades y la lista de células.

20 En la primera etapa del bucle de reasignación de potencias de transmisión, el programador 12 de canales selecciona el usuario programado afectado que presenta la prioridad más baja. A continuación, el programador 12 de canales identifica las células que prestan servicio al usuario programado afectado en la transmisión de datos a alta velocidad y reasigna la potencia de transmisión para reducir el déficit de potencia. La potencia de transmisión reasignada se envía al elemento 14 de selección que determina la velocidad de transmisión temporal basándose en la potencia de transmisión reasignada y la energía por bit necesaria del usuario programado afectado. El usuario programado afectado se suprime, entonces, de la lista de prioridades y el déficit de potencia de cada célula seleccionada se actualiza para reflejar la potencia recuperada. A continuación, el programador 12 de canales actualiza la lista de células y suprime las células que no experimentan déficit de potencia. Si la lista de células y la lista de prioridades no están vacías, el programador 12 de canales reasigna la potencia de transmisión del usuario programado afectado que presenta la siguiente potencia más baja. El bucle de reasignación de potencias de transmisión continúa hasta que la lista de células o la lista de prioridades estén vacías. Si la lista de células o la lista de prioridades están vacías, el procedimiento de reasignación de potencias de transmisión termina.

35 La reasignación de recursos realizada en cada trama del período de programación permite al programador 12 de canales asignar dinámicamente los recursos del enlace directo en cada trama. El sobregasto del sistema necesario para transmitir el programa de las velocidades de transmisión temporales es mínimo, puesto que, en cada trama, sólo se reasigna la velocidad de transmisión de una fracción de los usuarios programados. En realidad, sólo se efectúa la reasignación para la cantidad justa de usuarios programados que permite que todas las células de la red transmitan a una potencia que es inferior a la potencia de transmisión máxima disponible para las células.

40 La transmisión y la recepción de datos a la velocidad de transmisión temporal pueden realizarse mediante numerosas realizaciones, tres de las cuales se describirán a continuación. Es posible considerar otras realizaciones, que se hallan dentro del ámbito de la presente invención. En el ejemplo de implementación de estas realizaciones, la transmisión de datos a alta velocidad tiene lugar a través de varios canales de código. El concepto de utilización de varios canales de código y de conjuntos de canales de código para la transmisión de datos a alta velocidad se describe de forma detallada más adelante. En esencia, la velocidad de transmisión asignada por el programador 12 de canales a cada estación remota 6 se equipara con un conjunto de canales de código. La identidad de los canales de código asignados se transmite a cada estación remota 6. Cada estación remota 6 recibe los datos transmitidos por los canales de código asignados para cada trama en el período de programación. En la transmisión de datos a la velocidad de transmisión temporal, se utiliza un subconjunto de los canales de código asignados.

55 En la primera realización, las velocidades de transmisión temporales se transmiten por los canales de código primario a los usuarios programados afectados de las estaciones remotas 6. Simultáneamente, en la misma trama, se transmiten datos a los usuarios programados afectados a las velocidades de transmisión temporales. La identidad del subconjunto se transmite a la estación remota 6 en cada trama en la que la transmisión de datos tiene lugar a la velocidad de transmisión temporal. Las estaciones remotas 6 demodulan el canal de código primario y los canales de código secundario asociados a las velocidades de transmisión asignadas. Las estaciones remotas 6 conservan, entonces, los datos recibidos por los canales de código secundario asociados a las velocidades de transmisión temporales y rechazan el resto de datos.

60 En cada trama dentro del período de programación, cada usuario programado recibe la transmisión de datos a la velocidad de transmisión asignada. Para cada trama, el usuario verifica que la velocidad de transmisión no haya sido reasignada. Si el usuario programado determina que la transmisión de datos ha tenido lugar a la velocidad de transmisión temporal, el usuario programado conserva la porción de datos recibida a la velocidad de transmisión temporal y rechaza el resto de datos. Tal vez sea necesario almacenar los datos recibidos durante una trama para que el usuario programado pueda determinar qué subconjunto de los datos recibidos es válido, debido al retardo en el procesamiento del canal de código primario.

En la segunda realización, las velocidades de transmisión temporales se transmiten por los canales de código primario a los usuarios programados afectados de las estaciones remotas 6. La transmisión de datos a la velocidad de transmisión temporal tiene lugar dos tramas más tarde, una vez que las estaciones remotas 6 han recibido las velocidades de transmisión temporales y configurado el hardware para recibir las transmisiones de datos a las velocidades de transmisión temporales. Esta realización presenta un retardo de procesamiento adicional, pero reduce al mínimo el requisito de almacenamiento temporal en memoria de la estación remota 6. No obstante, esta forma de realización ahorra potencia de la batería de la estación remota 6, puesto que sólo se demodulan y descodifican los canales de código que realizan la transmisión de datos a alta velocidad. Sin embargo, debido al retardo de programación, la asignación dinámica de recursos no resulta óptima. Además, el retardo de programación puede provocar un aumento del requisito de potencia de compensación en la ecuación (1).

Por último, en la tercera realización, las estaciones remotas 6 demodulan todos los canales de código secundario asociados con la velocidad de transmisión asignada y realizan la verificación CRC de las tramas de canal de código recibidas. Las estaciones remotas 6 conservan entonces las porciones de datos de las tramas de canal de código que no contienen ningún error de trama y rechazan las tramas de canal de código que contienen errores.

III. Consideración de la potencia de transmisión

Como se ha indicado anteriormente, la potencia de transmisión necesaria para las tareas no programadas, tal como la comunicación de voz, varía a lo largo del tiempo, pero se asigna, previa demanda, a las estaciones remotas solicitantes 6. Para mantener un nivel aceptable de calidad de la señal, la potencia de transmisión total necesaria para cada célula deberá ser inferior a la potencia de transmisión máxima disponible para la célula. Por consiguiente, la potencia de transmisión total necesaria para cada célula deberá cumplir la ecuación siguiente:

$$P_{\text{noprogramado},j} + \sum_{i=1}^{N_j} P_{ij} \leq P_{\text{max},j} \quad (2)$$

en la que,

$P_{\text{noprogramado},j}$ = potencia de transmisión necesaria de la célula j -ésima para las tareas no programadas durante el siguiente periodo de programación,

N_j = número de usuarios programados que se van a programar en la j -ésima célula,

P_{ij} = potencia de transmisión necesaria del i -ésimo usuario programado en la j -ésima célula, y

$P_{\text{max},j}$ = potencia de transmisión máxima disponible para la j -ésima célula.

La potencia de transmisión total necesaria para cada célula deberá permanecer por debajo de la potencia de transmisión máxima disponible para la célula durante todo el periodo de programación, para evitar la degradación inesperada en la transmisión de las tareas programadas y no programadas. La potencia de transmisión máxima disponible para cada célula puede diferir de célula en célula, aunque el límite superior viene regulado por la FCC y por cuestiones de red relativas a la interferencia con las células adyacentes. El objetivo del programador 12 de canales es programar la transmisión de las tareas programadas, de tal forma que la potencia de transmisión durante todo el periodo de programación se aproxime a la potencia de transmisión máxima sin sobrepasarla.

En un sistema CDMA que cumple la norma IS-95A, la potencia de transmisión media de una célula se rebaja con respecto a la potencia de transmisión máxima para mantener una capacidad de reserva. La capacidad de reserva proporciona un margen para utilizar el mecanismo de control dinámico de la potencia en el enlace directo, que es necesario, teniendo en cuenta la movilidad de la estación remota 6. La capacidad de reserva también permite adaptarse a las variaciones de la potencia de transmisión necesaria para las tareas no programadas, tales como las variaciones ocasionadas por los cambios en la magnitud de la actividad vocal, durante el periodo de programación. Si se tiene en cuenta la potencia de compensación, la ecuación (2) se convierte en la siguiente:

$$P_{\text{noprogramado},j} + \sum_{i=1}^{N_j} P_{ij} \leq P_{\text{max},j} - P_{\text{comp},j} \quad (3)$$

Como se ha indicado anteriormente, la potencia de compensación es necesaria para ajustarse a las variaciones dinámicas de las tareas no programadas. Es necesario utilizar la célula a una potencia de transmisión media que sea inferior a la potencia de transmisión máxima, para proporcionar una comunicación de calidad de las tareas programadas y no programadas. Esta potencia de compensación asegura la disponibilidad de la potencia de transmisión durante el periodo de alta demanda (por ejemplo, de gran actividad vocal). La potencia de compensación también representa una infrautilización del enlace directo durante la mayor parte del tiempo (por ejemplo, durante un periodo de actividad vocal normal o baja). Se consigue una utilización eficaz del enlace directo, cambiando dinámicamente la potencia

de transmisión de las tareas programadas para compensar el incremento o la reducción de la potencia de transmisión necesaria para las tareas no programadas.

Para respetar la restricción impuesta por la ecuación (3), el programador 12 de canales necesita determinar la potencia de transmisión necesaria para las tareas no programadas de cada célula en el periodo de programación siguiente. La potencia de transmisión necesaria para las tareas no programadas viene determinada predominantemente por la magnitud de la actividad vocal y las condiciones del canal. Por consiguiente, la potencia de transmisión necesaria no puede ser determinada con una precisión exacta, debido al carácter impredecible de la voz y las condiciones del canal. La potencia de transmisión necesaria para las tareas no programadas puede predecirse calculando el valor medio de la potencia efectiva transmitida para las tareas no programadas de periodos de programación anteriores. La potencia de transmisión prevista para las tareas no programadas, denotada por $P_{\text{noprogr},j}$, es utilizada después en los cálculos de potencia subsiguientes,

La potencia de transmisión necesaria, P_{ij} , para las tareas programadas puede predecirse determinando la energía de transmisión por bit necesaria para alcanzar el nivel de rendimiento necesario y la velocidad de transmisión para cada usuario programado en la estación remota 6. Cada estación remota 6 requiere una energía de transmisión por bit distinta que depende de la situación de la estación remota 6 dentro de la red CDMA y las condiciones del canal. Por ejemplo, la estación remota 6a (véase la Figura 1) situada cerca de la sede celular (es decir, cerca de la estación base 4c que presta servicio a la célula) experimenta una menor pérdida de trayectoria y, por consiguiente, puede necesitar menos energía de transmisión por bit para alcanzar el nivel de rendimiento necesario. Por el contrario, la estación remota 6c situada en el borde de la célula puede necesitar más energía de transmisión por bit para alcanzar el mismo nivel de rendimiento. Para cada usuario programado, el elemento 14 de selección situado en el controlador 10 de la estación base conoce la potencia de transmisión anterior P_{ij} y la velocidad de transmisión anterior R_{ij} . Estas dos mediciones se utilizan para calcular la energía por bit anterior según la ecuación $g_{ij} = p_{ij}/R_{ij}$. A continuación, puede determinarse la energía media por bit, g_{ij} , calculando el promedio estadístico de g_{ij} . Por ejemplo, la energía media por bit puede definirse como el valor medio de los cuatro últimos valores calculados de g_{ij} . Una vez conocida la energía media por bit de las transmisiones previas, el programador 12 de canales predice la potencia de transmisión necesaria, p_{ij} , para las tareas programadas del período de programación siguiente, como $p_{ij} = g_{ij} * R_{ij}$, siendo R_{ij} la velocidad de transmisión asignada para la tarea programada. Por lo tanto, la ecuación que el programador 12 de canales debe satisfacer cuando efectúa la asignación de recursos es la siguiente:

$$P_{\text{noprogr},j} + \sum_{i=1}^{N_j} g_{i,j} - R_{i,j} \leq P_{\text{max},j} - P_{\text{comp}} \quad (4)$$

La potencia de transmisión del enlace directo para la transmisión de datos a cada estación remota 6 se ajusta para mantener el nivel de rendimiento necesario. El mecanismo de control de potencia del enlace directo puede implementarse mediante uno cualquiera entre numerosos procedimientos. Por ejemplo, para la comunicación de voz a través del enlace directo, la estación remota 6 determina si una trama de canal de código recibida contiene errores. Si se halla un error de trama, la estación remota 6 envía un mensaje de bit indicador de error (BIE) a la célula, en el que se solicita un incremento de la potencia de transmisión. Entonces, la célula incrementa la potencia de transmisión hasta que no se produce ningún error de trama. Por otra parte, la célula puede calcular un promedio estadístico de la tasa de errores en tramas (TET) y variar la potencia de transmisión en función de la TET. Estos dos procedimientos pueden utilizarse también para el control de potencia del enlace directo en la transmisión de las tareas programadas. En un tercer procedimiento, el demodulador 64 de la estación remota 6 calcula la relación señal-ruido basándose en la medición de la señal recibida. A continuación, la estación remota 6 transmite un mensaje a la célula, en el que solicita un incremento o una reducción de la potencia de transmisión, según el cálculo de la relación señal-ruido. El ámbito de la presente invención es igualmente aplicable a todos los procedimientos que puedan utilizarse para determinar la energía por bit necesaria para la transmisión de datos.

La implementación y la utilización de la transmisión del BIE se dan a conocer en la patente estadounidense nº 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. Además, la utilización del control de potencia del enlace directo se da a conocer en la patente estadounidense nº 08/283.308, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING POWER IN A VARIABLE RATE COMMUNICATION SYSTEM" ["Procedimiento y aparato para controlar la potencia en un sistema de comunicación de velocidad variable"], presentada el 29 de julio de 1994, la patente estadounidense nº 08/414.633, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING FAST FORWARD POWER CONTROL IN A MOBILE COMMUNICATION SYSTEM" ["Procedimiento y aparato para realizar el control rápido de potencia directa en un sistema de comunicación móvil"], presentada el 31 de marzo de 1995, la patente estadounidense nº 08/559.386, titulada también "METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING FAST FORWARD POWER CONTROL IN A MOBILE COMMUNICATION SYSTEM", presentada el 15 de noviembre de 1995, la patente estadounidense nº 08/772.763, 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 y la patente estadounidense nº 08/710.335, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING DISTRIBUTED FORWARD POWER CONTROL" ["Procedimiento y aparato para realizar el control de potencia directa distribuida"], presentada el 16 de septiembre de 1996, que se han transferido al cesionario de la presente invención.

El programador 12 de canales asigna los recursos del enlace directo para los usuarios programados de cada célula, de tal forma que la ecuación (4) se cumpla para todas las células de la red. La potencia de transmisión real necesaria para las tareas no programadas durante el periodo de programación siguiente puede ser superior o inferior a la potencia de transmisión prevista. La calidad y la eficacia de la comunicación dependen de la precisión de la predicción de la potencia de transmisión necesaria durante el periodo de programación presente. Una predicción errónea por defecto da por resultado una potencia inadecuada para transmitir la demanda adicional de enlace directo (por ejemplo, un incremento de la demanda debido al incremento de la actividad vocal) si no es posible reasignar los recursos. Por el contrario, una predicción conservadora por exceso de la potencia de transmisión necesaria da por resultado la infrautilización del enlace directo. La precisión de la predicción de la potencia de transmisión necesaria para las tareas no programadas mejora si la predicción se realiza en un momento lo más aproximado posible al momento en que se va a utilizar dicha predicción.

IV. *Transferencia con continuidad*

En un momento dado cualquiera, es posible que todas las estaciones remotas 6 de una red CDMA estén experimentando una transferencia con continuidad entre las células. Cada estación remota 6 que experimenta una transferencia con continuidad se comunica con dos o más células simultáneamente. La utilización de la transferencia con continuidad en el sistema CDMA se describe en detalle en la patente estadounidense nº 5.267.261 mencionada anteriormente.

Cuando se asignan recursos a una estación remota 6 que está experimentando una transferencia con continuidad, el programador 12 de canales se asegura de que cada célula que participa en la transferencia con continuidad satisfaga la restricción de la ecuación (4). Al principio de cada intervalo de programación, los elementos 14 de selección envían el conjunto de miembros activos de cada estación remota 6 de la red CDMA al programador 12 de canales. El conjunto de miembros activos contiene la lista de todas las células que se están comunicando con la estación remota 6. En el ejemplo de realización, cada célula del conjunto de miembros activos se comunica con la estación remota 6 por el canal de código primario. La transmisión de datos a alta velocidad por los canales de código secundario puede realizarse a través de una o más células del conjunto de miembros activos. El programador 12 de canales selecciona en primer lugar las células que van a dar soporte a la transmisión de datos a alta velocidad. Para cada célula seleccionada, el programador 12 de canales calcula la cantidad máxima de recursos asignados que puede admitir la célula. La cantidad máxima de recursos asignados de todas las células seleccionadas del conjunto de miembros activos forma una lista de los posibles recursos asignados. Puesto que la ecuación (4) debe cumplirse para todas las células seleccionadas, la cantidad mínima de recursos asignados de la lista de cantidad máxima de recursos asignados cumple la restricción de la ecuación (4) para todas las células. Por lo tanto, la cantidad máxima de recursos que puede asignarse a una estación remota 6 en particular es la cantidad mínima de la lista de cantidades máximas de recursos asignados.

V. *Conjuntos de canales de código*

El procedimiento y el aparato para la programación de velocidades del enlace directo pueden aplicarse a cualquier sistema de comunicación capaz de transmitir datos a una velocidad variable. Por ejemplo, la programación es aplicable a un sistema CDMA, un sistema GLOBALSTAR, un sistema de acceso múltiple por división del tiempo (TDMA) o un sistema de acceso múltiple por división de la frecuencia (FDMA). La aplicación a un sistema CDMA u otro tipo de sistemas de comunicación de velocidad variable, mediante la utilización del concepto de conjuntos de canales de código, que se describirá más adelante, u otras realizaciones, están comprendidas dentro del ámbito de la presente invención.

Un sistema CDMA que cumple la norma IS-95A utiliza ensanchamiento mediante modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) en el enlace directo. En la estación base 4, se proporciona el mismo flujo de datos a los moduladores I y Q. Las señales moduladas I y Q se combinan y transmiten. En la estación remota 6, el demodulador 64 demodula la señal recibida y proporciona los componentes I y Q. Los componentes se combinan para obtener la salida demodulada. Cuando se utiliza el ensanchamiento por QPSK de esta manera, el ancho de banda de 1,2288 MHz de un sistema CDMA que cumple la norma IS-95A contiene 64 canales de código, siendo cada canal de código capaz de transmitir a una velocidad de símbolos de 19,2 Ksps.

El número de canales de código puede duplicarse proporcionando a los moduladores I y Q diferentes flujos de datos en la estación base 4 y no combinando las salidas de los moduladores I y Q en la estación remota 6. En esta modalidad, se proporciona un flujo de datos al modulador I y se proporciona un segundo flujo de datos al modulador Q en la estación base 4. En la estación remota 6, los componentes I y Q se descodifican individualmente. Por lo tanto, los 64 canales de código del sistema CDMA IS-95A se duplican dando por resultado 128 canales de código.

Como alternativa, el número de canales de código del sistema CDMA puede aumentarse incrementando el ancho de banda del sistema. Si se incrementa el ancho de banda del sistema hasta 2,4576 MHz (por ejemplo, combinando segmentos de frecuencia adyacentes de 1,2288 MHz de anchura) se puede duplicar el número de canales de código. Además, si se duplica el ancho de banda del sistema y se proporcionan flujos de datos diferentes a los moduladores I y Q, se puede cuadruplicar el número de canales de código. La presente invención es aplicable a un sistema CDMA, o a cualquier sistema de transmisión a velocidad variable, independientemente del número de canales de código.

Según la implementación de hardware y de la definición del sistema, los canales de código primario y los canales de código secundario, que se describirán en profundidad más adelante, pueden definirse a partir de un grupo de canales de código comunitarios, o bien pueden ser canales diferenciados. Por ejemplo, un sistema puede contener 128 canales de código y cada canal de código puede utilizarse como un canal de código primario o un canal de código secundario, según cómo se asigna el canal de código. Un canal de código que ha sido asignado como canal de código primario no es asignado como canal de código secundario. Por otra parte, los canales de código primario y secundario pueden seleccionarse a partir de listas diferentes. Por ejemplo, pueden crearse 64 canales de código primario y 64 canales de código secundario a partir del componente I y del componente Q, respectivamente, de la señal sometida a modulación por QPSK. La presente invención puede aplicarse independientemente de cómo se hayan definido los canales de código primario y código secundario.

Los canales de código secundario pueden ser de varios tipos, y cada tipo puede presentar una capacidad de transmisión igual o diferente a la del canal de código primario. Por ejemplo, los canales de código secundario pueden consistir en canales de código que presentan la misma capacidad de transmisión de 19,2 Ksps que el canal de código primario. Además, los canales de código secundario pueden consistir en canales que presentan una alta capacidad de transmisión (por ejemplo, por encima de 19,2 Ksps) y son capaces de transmitir datos a velocidades variables. Uno de dichos canales de alta capacidad de transmisión se da a conocer en la solicitud de patente estadounidense nº _____, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR PROVIDING HIGH SPEED DATA IN A SPREAD SPECTRUM COMMUNICATION SYSTEM (FAT PIPE)" ["Procedimiento y aparato para proporcionar datos a alta velocidad en un sistema de comunicación de espectro ensanchado (tubo grueso)"], presentada el 10 de diciembre de 1996, transferida al cesionario de la presente invención e incluida en la presente memoria a título de referencia. La presente invención es aplicable a los canales de cualquier tipo y capacidad de transmisión.

La velocidad de transmisión máxima que puede asignarse a los usuarios programados depende de una serie de cuestiones. La capacidad del enlace directo es limitada y uno de los objetivos del sistema es utilizar toda la capacidad disponible. En un caso simple en el que la red CDMA contiene una célula y una estación remota 6, toda la capacidad disponible se asigna a la estación remota 6, cada vez que se solicita. Esto provoca un retardo de transmisión mínimo. En una situación más complicada, que asimismo refleja mejor la red CDMA real, muchas estaciones 6 compiten por los recursos disponibles. Entre las estaciones remotas 6 que compiten, el programador 12 de canales asigna primero los recursos a la estación remota 6 que presenta la prioridad más alta. Si se asigna una gran parte de los recursos disponibles a esta estación remota 6, entonces habrá un gran número de estaciones remotas 6 que esperan su turno. Por consiguiente, para satisfacer el objetivo del sistema de una asignación equitativa de recursos, la asignación de recursos se limita a un rango predeterminado.

La transmisión de datos desde una célula hasta la estación remota 6 se produce a través de uno o más canales de código. El primer canal de código, denominado canal de código primario, se asigna a la estación remota 6 durante la etapa de establecimiento de llamada de una comunicación o durante la etapa de establecimiento de llamada de una transferencia con continuidad con una célula. En el ejemplo de realización, el canal de código primario presenta las características de un canal de tráfico IS-95A y es un canal de velocidad variable que es capaz de transmitir a las velocidades 1/8, 1/4, 1/2 y 1. Preferiblemente, el canal de código primario transmite a la velocidad 1/8 cuando está inactivo y a velocidad 1 cuando transmite datos, aunque también puede utilizar la velocidad 1/4 y 1/2. La velocidad 1/8 puede utilizarse para transmitir acuses de recibo, peticiones de retransmisión y bits de control, mientras que la velocidad 1 puede utilizarse para transmitir datos y bits de control. El canal de código primario se dedica a la estación remota 6 durante el transcurso de la comunicación con la célula. Para la transmisión de grandes cantidades de datos a la estación remota 6, se asignan canales de código secundario.

En el ejemplo de realización, la transmisión de datos tiene lugar a través del canal de código primario cuando la célula recibe los datos. Si la célula recibe una gran cantidad de datos y el programador 12 de canales determina que se necesitan canales de código adicionales para transmitir los datos, el programador 12 de canales asigna canales de código secundario. A continuación, el programador 12 de canales transmite la identidad de cada uno de los canales de código secundario asignados al elemento 14 de selección. El elemento 14 de selección encamina la información de los canales de código secundario asignados hacia la estación base 4 que presta servicio a la célula. La información se transmite a la estación remota 6 a través del enlace directo 50, por el canal de código primario. En el ejemplo de realización, si cada canal de código secundario es capaz de transmitir a una velocidad de 9,6 Kbps, una asignación de 16 canales de código secundario incrementa la velocidad de transmisión de datos hasta 163,2 Kbps. {9,6 Kbps x 17 canales de código (o 1 canal de código primario + 16 canales de código secundario)}. La utilización de canales de código secundarios para la transmisión de datos se da a conocer en detalle en la solicitud de patente estadounidense nº 08/656.649, mencionada anteriormente. La asignación de canales de código secundario puede realizarse mediante las realizaciones indicadas a continuación.

En la primera realización, el programador 12 de canales puede asignar cada canal de código secundario individualmente. Esta realización ofrece la mayor flexibilidad, en la medida en que el programador 12 de canales puede asignar cualquier canal de código secundario a cualquier estación remota 6. En el ejemplo de realización, el protocolo utilizado para identificar cada canal de código secundario asignado es el mismo protocolo utilizado para identificar el canal de tráfico asignado. Según la norma IS-95A, se utiliza un código de 8 bits exclusivo para identificar el canal de tráfico asignado. Por consiguiente, cada canal de código secundario se identifica mediante un código de 8 bits exclusivo y se transmite a la estación remota 6. Por ejemplo, si el programador 12 de canales asigna 16 canales de código secundario,

se transmitirán 128 bits a la estación remota 6. De esta manera, será necesario un sobregasto de sistema de casi 3/4 de trama de canal de código (128 bits + 172 bits/trama \approx 3/4 de trama) para transmitir la identidad de los canales de código secundario asignados a la estación remota 6. Esta cantidad de sobregasto del sistema supone una utilización ineficaz del canal de código primario.

5

En la segunda, y preferida, realización, la presente invención se aplica a un sistema CDMA utilizando el concepto de conjuntos de canales de código. En esta forma de realización, los canales de código secundario se agrupan en conjuntos de canales designados por Cm. En el ejemplo de realización, existen 16 conjuntos de canales asociados a cada canal de código primario. Cada conjunto de canales se define mediante un código de 4 bits y contiene un conjunto exclusivo de cero o más canales de código secundario. Durante la etapa de establecimiento de llamada en una comunicación con una célula, o durante la etapa de establecimiento de llamada de una transferencia con continuidad con células adicionales, se asigna a la estación remota 6 un canal de código primario y se envía la definición del conjunto de canales asociada a dicho canal de código primario. La definición del conjunto de canales indica los canales de código secundario para cada uno de los 16 conjuntos de canales. Durante la etapa de transmisión de datos, se envía a la estación remota 6 el código de 4 bits que indica el conjunto de canales asignado que se utiliza en la siguiente transmisión de datos.

10

se envía a la estación remota 6 el código de 4 bits que indica el conjunto de canales asignado que se utiliza en la siguiente transmisión de datos.

15

El programador 12 de canales puede asignar conjuntos de canales inconexos o superpuestos a las estaciones remotas 6. Para los conjuntos de canales inconexos, no se asigna ningún canal de código secundario a más de una estación remota 6 dentro de la misma célula. Por lo tanto, las estaciones remotas 6 a las que se les asignan conjuntos de canales inconexos pueden recibir simultáneamente transmisiones de datos en los canales de código secundario de los conjuntos de canales inconexos. Por ejemplo, si se asigna a la primera estación remota 6 del canal de código primario 4 un conjunto de canales que contiene los canales 33, 49, 65 y 81 de código secundario, y se asigna a la segunda estación remota 6 del canal de código primario 6 un conjunto de canales que contiene los canales 35, 51, 67 y 83 de código secundario, la transmisión de datos puede tener lugar a través de estos canales de código primario y secundario de forma simultánea.

20

El programador 12 de canales puede asignar conjuntos de canales inconexos o superpuestos a las estaciones remotas 6. Para los conjuntos de canales inconexos, no se asigna ningún canal de código secundario a más de una estación remota 6 dentro de la misma célula. Por lo tanto, las estaciones remotas 6 a las que se les asignan conjuntos de canales inconexos pueden recibir simultáneamente transmisiones de datos en los canales de código secundario de los conjuntos de canales inconexos. Por ejemplo, si se asigna a la primera estación remota 6 del canal de código primario 4 un conjunto de canales que contiene los canales 33, 49, 65 y 81 de código secundario, y se asigna a la segunda estación remota 6 del canal de código primario 6 un conjunto de canales que contiene los canales 35, 51, 67 y 83 de código secundario, la transmisión de datos puede tener lugar a través de estos canales de código primario y secundario de forma simultánea.

25

En variante, pueden asignarse conjuntos de canales superpuestos a las estaciones remotas 6. En el caso de los conjuntos de canales superpuestos, se asigna al menos un canal de código secundario a más de una estación remota 6 dentro de la misma célula. Las estaciones remotas 6 a las que se asignan conjuntos de canales superpuestos pueden recibir las transmisiones de datos por los conjuntos de canales asignados, en tiempos diferentes, mediante multiplexación en el tiempo. Sin embargo, el programador 12 de canales puede asignar deliberadamente conjuntos de canales superpuestos y transmitir los mismos datos a varias estaciones remotas 6 a la vez. Por ejemplo, si se asigna a la primera estación remota 6 del canal de código primario 4 un conjunto de canales que contiene los canales 33, 49, 65 y 81 de código secundario, y se asigna a la segunda estación remota 6 del canal de código primario 6 un conjunto de canales que contiene los canales 33, 51, 67 y 83 de código secundario, la transmisión de datos puede tener lugar a través de los canales de código secundario asignados a la primera estación remota 6 en un intervalo de tiempo T1, y puede tener lugar a través de los canales de código secundario asignados a la segunda estación remota 6 en un segundo intervalo de tiempo T2. No obstante, el programador 12 de canales puede asignar conjuntos de canales superpuestos y transmitir los mismos datos a ambas estaciones remotas 6 simultáneamente. En el ejemplo anterior, los datos que se van a enviar a ambas estaciones remotas 6 se transmiten por el canal 33 de código secundario que es común a ambas estaciones remotas 6. En este caso, ambas estaciones remotas 6 pueden recibir de forma simultánea las transmisiones de datos por los conjuntos de canales superpuestos.

30

En variante, pueden asignarse conjuntos de canales superpuestos a las estaciones remotas 6. En el caso de los conjuntos de canales superpuestos, se asigna al menos un canal de código secundario a más de una estación remota 6 dentro de la misma célula. Las estaciones remotas 6 a las que se asignan conjuntos de canales superpuestos pueden recibir las transmisiones de datos por los conjuntos de canales asignados, en tiempos diferentes, mediante multiplexación en el tiempo. Sin embargo, el programador 12 de canales puede asignar deliberadamente conjuntos de canales superpuestos y transmitir los mismos datos a varias estaciones remotas 6 a la vez. Por ejemplo, si se asigna a la primera estación remota 6 del canal de código primario 4 un conjunto de canales que contiene los canales 33, 49, 65 y 81 de código secundario, y se asigna a la segunda estación remota 6 del canal de código primario 6 un conjunto de canales que contiene los canales 33, 51, 67 y 83 de código secundario, la transmisión de datos puede tener lugar a través de los canales de código secundario asignados a la primera estación remota 6 en un intervalo de tiempo T1, y puede tener lugar a través de los canales de código secundario asignados a la segunda estación remota 6 en un segundo intervalo de tiempo T2. No obstante, el programador 12 de canales puede asignar conjuntos de canales superpuestos y transmitir los mismos datos a ambas estaciones remotas 6 simultáneamente. En el ejemplo anterior, los datos que se van a enviar a ambas estaciones remotas 6 se transmiten por el canal 33 de código secundario que es común a ambas estaciones remotas 6. En este caso, ambas estaciones remotas 6 pueden recibir de forma simultánea las transmisiones de datos por los conjuntos de canales superpuestos.

35

Como se ha indicado anteriormente, los canales de código secundario pueden ser de diversos tipos y estos tipos pueden presentar capacidades de transmisión diversas o variables. Para simplificar la descripción, ésta se centrará en un tipo de canal de código secundario que presenta la misma capacidad de transmisión que el canal de código primario. En las siguientes realizaciones, se supone que existen 128 canales de código en el sistema CDMA.

40

Como se ha indicado anteriormente, los canales de código secundario pueden ser de diversos tipos y estos tipos pueden presentar capacidades de transmisión diversas o variables. Para simplificar la descripción, ésta se centrará en un tipo de canal de código secundario que presenta la misma capacidad de transmisión que el canal de código primario. En las siguientes realizaciones, se supone que existen 128 canales de código en el sistema CDMA.

45

En la Tabla 1, se ilustra un ejemplo de definición de conjuntos de canales para un canal de código primario. Como se representa en la Tabla 1, el canal de código primario número 4 se asocia con 16 conjuntos de canales exclusivos denominados C0 a C15. Cada conjunto de canales contiene cero o más canales de código secundario. En el ejemplo de realización, C0 se reserva para el conjunto de canales que contiene cero canales de código secundario y C15 se reserva para el conjunto de canales que contiene el número más elevado de canales de código secundario. La definición del conjunto de canales, es decir, la selección de los canales de código secundario que se van a asociar con cada canal de código primario, puede realizarse mediante una entre diversas realizaciones existentes.

50

En la Tabla 1, se ilustra un ejemplo de definición de conjuntos de canales para un canal de código primario. Como se representa en la Tabla 1, el canal de código primario número 4 se asocia con 16 conjuntos de canales exclusivos denominados C0 a C15. Cada conjunto de canales contiene cero o más canales de código secundario. En el ejemplo de realización, C0 se reserva para el conjunto de canales que contiene cero canales de código secundario y C15 se reserva para el conjunto de canales que contiene el número más elevado de canales de código secundario. La definición del conjunto de canales, es decir, la selección de los canales de código secundario que se van a asociar con cada canal de código primario, puede realizarse mediante una entre diversas realizaciones existentes.

55

En la primera realización, el canal de código secundario asociado con cada canal de código primario se obtiene de una manera sistemática. El primer canal de código secundario del conjunto de canales se obtiene mediante uno entre diversos procedimientos. Por ejemplo, el primer canal de código secundario puede seleccionarse utilizando un desplazamiento respecto del canal de código primario, o puede seleccionarse de forma aleatoria. Los siguientes canales de código secundario se seleccionan entonces basándose en un desplazamiento respecto del canal de código secundario seleccionado previamente. Por ejemplo, para el conjunto de canales C15 de la Tabla 1, el primer canal de código secundario es 25. El canal 25 puede seleccionarse aleatoriamente o aplicando un desplazamiento de 21 al canal 4 de código primario. El siguiente canal de código secundario asociado con el canal 4 de código primario se obtiene aplicando un desplazamiento de 8 al canal de código secundario anterior. Por consiguiente, para el canal 4 de código primario, los canales de código secundario son 25, 33, 41, 49, 57, 65, 73, 81, 89, 97, 105 y 113. Asimismo, para el canal 6 de código

60

En la primera realización, el canal de código secundario asociado con cada canal de código primario se obtiene de una manera sistemática. El primer canal de código secundario del conjunto de canales se obtiene mediante uno entre diversos procedimientos. Por ejemplo, el primer canal de código secundario puede seleccionarse utilizando un desplazamiento respecto del canal de código primario, o puede seleccionarse de forma aleatoria. Los siguientes canales de código secundario se seleccionan entonces basándose en un desplazamiento respecto del canal de código secundario seleccionado previamente. Por ejemplo, para el conjunto de canales C15 de la Tabla 1, el primer canal de código secundario es 25. El canal 25 puede seleccionarse aleatoriamente o aplicando un desplazamiento de 21 al canal 4 de código primario. El siguiente canal de código secundario asociado con el canal 4 de código primario se obtiene aplicando un desplazamiento de 8 al canal de código secundario anterior. Por consiguiente, para el canal 4 de código primario, los canales de código secundario son 25, 33, 41, 49, 57, 65, 73, 81, 89, 97, 105 y 113. Asimismo, para el canal 6 de código

65

ES 2 293 452 T3

primario, los canales de código secundario son 27, 35, 43, 51, 59, 67, 75, 83, 91, 99, 107 y 115. La primera realización ofrece un procedimiento simple y eficaz para asignar canales de código secundario, y al mismo tiempo distribuir de forma uniforme los canales de código secundario entre todos los canales de código primario. Preferiblemente, la selección del primer canal de código secundario se realiza de tal forma que la distribución de los canales de código secundario disponibles resulte uniforme, es decir, que no se utilice ningún canal de código secundario más a menudo que otros.

TABLA 1

Definición de conjuntos de canales para el canal 4 de código primario

Conjunto de canales de código	Canales de código secundario del conjunto de canales (un miembro del conjunto de miembros activos)
C0	
C1	33
C2	49
C3	65
C4	81
C5	33, 49
C6	65, 81
C7	33, 49, 65, 81
C8	97, 113
C9	25, 41
10	57, 73
C11	89, 105
C12	25, 41, 57, 73
C13	33, 49, 65, 81, 97, 113
C14	25, 41, 57, 73, 89, 105
C15	33, 49, 65, 81, 97, 113, 25, 41, 57, 73, 89, 105

En la segunda realización, se utiliza una función de troceo para definir los canales de código secundario asociados con cada canal de código primario. A continuación, se describirá el ejemplo de implementación de esta realización. Para la definición de conjuntos de canales representada en la Tabla 1, se asocian doce canales de código secundario con cada canal de código primario (véase C15 en la Tabla 1). A continuación, cada canal de código secundario del enlace directo se introduce doce veces en una lista de troceo. Por ejemplo, el canal 1 de código secundario se incluye doce veces, el canal 2 de código secundario se incluye doce veces, y así sucesivamente. Para cada canal de código primario, se seleccionan aleatoriamente doce canales de código secundario de la lista de troceo y se colocan en el conjunto C15 de canales para ese canal de código primario. El canal de código secundario seleccionado que se coloca en C15 se suprime de la lista de troceo. Cuando se seleccionan los canales de código secundario de la lista de troceo, cualquier canal de código secundario que sea idéntico a un canal de código secundario seleccionado previamente se coloca de nuevo en la lista de troceo y se selecciona al azar un nuevo canal de código secundario. Si los canales de código primario y los canales de código secundario se obtienen a partir del mismo grupo comunitario de canales de código, también se vuelve a colocar en la lista de troceo un canal de código secundario seleccionado que es idéntico al canal de código primario. Los doce canales de código secundario diferentes que se seleccionan y colocan en C15 se convierten en los canales de código secundario asociados a ese canal de código primario en particular. Mediante este procedimiento, se asegura de que no haya ningún canal de código primario o secundario que sean idénticos. El procedimiento se repite de la misma forma para todos los canales de código primario, con la salvedad de que la selección de los canales de código secundario se realiza a partir de la misma lista de troceo que está experimentando

ES 2 293 452 T3

una merma constante. La función de troceo distribuye de forma aleatoria y uniforme los canales de código secundario entre todos los canales de código primario. Cuando se asignan canales de código secundario mediante la función de troceo, pueden tomarse medidas para que el conjunto de canales pueda ser inconexo o superpuesto, según las características deseadas de los conjuntos de canales.

En la tercera realización, los conjuntos de canales se definen de tal forma que todos los canales de código secundario disponibles se utilizan en una definición de conjuntos de canales. Si se supone que existen 2^m canales de código secundario, entonces los conjuntos de canales se definen de tal forma que la transmisión de datos pueda producirse a través de $0, 2^0, 2^1, 2^2, \dots$ hasta 2^m canales de código secundario. En la Tabla 2 se representa un ejemplo de implementación de esta realización para un caso simple de 8 canales de código secundario. C0 contiene el conjunto vacío. C1 a C8 contienen un canal de código secundario cada uno, 0 a 7, respectivamente. C9 a C12 contienen dos canales de código secundario cada uno. Los canales de código secundario de C9 se combinan con los de C10 y se representan mediante C13. Del mismo modo, los canales de código secundario de C11 se combinan con los de C12 y se representan mediante C14. C15 contiene el conjunto más grande, o sea, todos los canales de código secundario disponibles.

La tercera realización requiere 2^{m+1} conjuntos de canales para definir 2^m canales de código secundario y requiere $m+1$ bits para transmitir la identidad del conjunto de canales asignado. Por ejemplo, si el número de canales de código secundarios disponibles es 128, entonces se requieren 256 conjuntos de canales y se necesitan 8 bits para identificar el conjunto de canales asignado. Aunque el número de conjuntos de canales puede ser elevado, la definición de conjuntos de canales es simple y no es necesario transmitirla a la estación remota 6 durante la etapa de establecimiento de una llamada. Esta realización permite también a todas las estaciones remotas 6 de la misma célula, o incluso a toda la red CDMA, utilizar la misma definición de conjuntos de canales, y simplifica el procedimiento de asignación de velocidades de transmisión.

TABLA 2

Definición de conjuntos de canales mediante la tercera realización

Conjunto de canales de código	Canales de código secundario del conjunto de canales (un miembro del conjunto de miembros activos)
C0	-
C1	0
C2	1
C3	2
C4	3
C5	4
C6	5
C7	6
C8	7
C9	0, 1
C10	2, 3
C11	4, 5
C12	6, 7
C13	0, 1, 2, 3
C14	4, 5, 6, 7
C15	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Pueden diseñarse otras realizaciones para definir los conjuntos de canales asociados con cada canal de código primario, y están comprendidas dentro del ámbito de la presente invención. La presente invención es aplicable a cualquier sistema de comunicación de velocidad variable que utilice conjuntos de canales de código, independientemente de cómo se definan los conjuntos de canales.

Para simplificar, todas las células de la red CDMA pueden utilizar la misma definición de conjuntos de canales. Por ejemplo, todas las células pueden definir el conjunto de canales asociado con el canal 4 de código primario, como se representa en la Tabla 1. Dentro de la célula, cada estación remota 6 puede presentar una definición exclusiva de conjuntos de canales, según el canal de código primario asignado. Por consiguiente, la definición de conjuntos de canales para el canal 6 de código primario es distinta a la del canal 4 de código primario. La definición de conjuntos de canales descrita en la primera y la segunda realización es aplicable a esta implementación.

Por otra parte, todas las estaciones remotas 6 de la misma célula, o incluso dentro de toda la red CDMA, pueden presentar la misma definición de conjunto de canales. La definición de conjunto de canales descrita en la tercera realización es aplicable a esta implementación. Esta implementación simplifica la programación de velocidades del enlace directo, puesto que sólo puede utilizarse una definición de conjunto de canales para todas las estaciones remotas 6 de la red. No obstante, definir conjuntos de canales de esta manera puede limitar la disponibilidad de los canales de código secundario para el programador 12 de canales y, por consiguiente, incrementar la complejidad de la programación de velocidades del enlace directo. La presente invención es aplicable a todas las definiciones de conjunto de canales.

Independientemente de cómo se definan los conjuntos de canales, en la primera realización, el programador 12 de canales puede asignar cualquier conjunto de canales para la transmisión de datos a alta velocidad entre una célula y la estación remota 6. Por ejemplo, la estación remota 6 puede comunicarse con tres células, la primera de las cuales le puede asignar C3, la segunda C8 y la tercera C14. Por lo tanto, la información de programación que contiene los conjuntos de canales asignados C3, C8 y C14 se transmite a la estación remota 6 por el canal de código primario. Esta implementación, puede requerir la transmisión de información de programación adicional, puesto que cada célula puede asignar diferentes conjuntos de canales. En la realización preferida, todas las células que se comunican con la estación remota 6 asignan el mismo conjunto de canales. La realización preferida requiere menos bits suplementarios para transmitir la identidad del conjunto de canales asignado, puesto que sólo se necesita transmitir una identidad. Esta restricción en la asignación de conjuntos de canales puede limitar la disponibilidad de canales de código secundario e incrementar la complejidad de la programación de velocidades del enlace directo.

Cuando recibe transmisiones de datos, la estación remota 6 demodula todos los canales de código secundario del conjunto de canales que tiene asignado. Por ejemplo, si se asigna a la estación remota 6 el canal 4 de código primario durante la etapa de establecimiento de llamada de la comunicación con una célula y, a continuación, se asigna a ésta el conjunto de canales C7 durante una transmisión de datos (véase la Tabla 1), la estación remota 6 demodula los canales 33, 49, 65 y 81 de código secundario, junto con el canal de código primario 4, y reúne las porciones de datos de las tramas del canal de código de estos cinco canales de código. La estación remota 6 a la que se asigna el conjunto de canales C0 sólo demodula la transmisión de datos por el canal de código primario, puesto que C0 contiene la lista vacía.

Durante una transferencia con continuidad, la estación remota 6 se comunica con varias células. Como ejemplo, una célula asigna a la estación remota 6 el canal 4 de código primario durante la etapa de establecimiento de llamada de una comunicación. Posteriormente, la estación remota 6 se desplaza a otro lugar, donde una segunda célula le asigna un canal 6 de código primario. Entonces, la estación remota 6 demodula los canales 4 y 6 de código primario para las comunicaciones con las dos células. Si ambas células asignan después el conjunto de canales C7 (véase la Tabla 3) a la estación remota 6 durante una transmisión de datos, la estación remota 6 demodula los canales 33, 49, 65 y 81 de código secundario de la primera célula y los canales 35, 51, 67 y 83 de código secundario de la segunda célula. La estación remota 6 demodula además el canal 4 de código primario de la primera célula y el canal 6 de código primario de la segunda célula.

TABLA 3

Definición de conjunto de canales para los canales 4 y 6 de código primario

Conjunto de Canales de Código	Canales de código secundario en el conjunto de canales (dos miembros en el conjunto de miembros activos)
C0	-
C1	(33, 35)
C2	(49, 51)
C3	(65, 67)
C4	(81, 83)
C5	(33, 35), (49, 51)
C6	(65, 67), (81, 83)
C7	(33, 35), (49, 51), (65, 67), (81, 83)
C8	(97, 99), (113, 115)
C9	(25, 27), (41, 43)
C10	(57, 59), (73, 75)
C11	(89, 91), (105, 107)
C12	(25, 27), (41, 43), (57, 59), (73, 75)
C13	(33, 35), (49, 51), (65, 67), (81, 83), (97, 99), (113, 115)
C14	(25, 27), (41, 43), (57, 59), (73, 75), (89, 91), (105, 107)
C15	(33, 35), (49, 51), (65, 67), (81, 83), (97, 99), (113, 115), (25, 27), (41, 43), (57, 59), (73, 75), (89, 91), (105, 107)

Los datos se transmiten sólo por los canales de código secundario si el programador 12 de canales así lo programa. En la realización preferida, todos los canales de código secundarios se transmiten a velocidad completa. La transmisión de datos por el canal de código secundario es más eficaz que la que tiene lugar por canal de código primario, porque el canal de código primario transmite también bits suplementarios necesarios para brindar soporte a numerosas características del sistema CDMA.

En la realización preferida, el conjunto de canales asignado se comunica a la estación remota 6 a través del canal de código primario. Al principio del periodo de programación, las células transmiten la identidad del conjunto de canales que se utiliza para la siguiente transmisión de datos. Para conjuntos de 16 canales, sólo se necesitan cuatro bits para transmitir la identidad del conjunto de canales asignado. Puede establecerse un protocolo para reservar ciertos bits de la trama de canal de código en el canal de código primario para la identidad del conjunto de canales asignado.

VI. Retransmisión de errores de trama del canal de código

La identidad del conjunto de canales asignado se transmite a la estación remota 6 y la transmisión de datos a través de los canales de código secundario asignados se produce un número predeterminado de tramas después. Inevitablemente, la trama de canal de código en el canal de código primario a veces se recibe con errores en la estación remota 6. Cuando sucede esto, la estación remota 6 no conoce la identidad del conjunto de canales asignado. Este problema puede remediarse por lo menos mediante una de al menos cuatro realizaciones. En las siguientes realizaciones, se supone que existe un retardo de procesamiento de dos tramas entre la recepción de la identidad del conjunto de canales asignado por la célula y la transmisión de datos a través del conjunto de canales asignado. La identidad del conjunto de canales asignado es transmitida por la célula a través del canal de código primario en la trama k, y la transmisión de datos a través de los canales de código secundario asignados tiene lugar en la trama k+2. También pueden aplicarse las realizaciones indicadas a continuación, en las que el retardo de procesamiento entre la recepción de la identidad del conjunto de canales asignado por la célula y la transmisión de datos a través del conjunto de canales asignados es de diferente duración o es variable de una trama a otra.

En la primera realización, la célula retransmite los datos correspondientes al periodo de tiempo durante el cual el conjunto de canales asignado es desconocido por la estación remota 6. La estación remota 6 transmite un mensaje BIE a la célula, en el que indica que la trama k de canal de código recibida en el canal de código primario contiene algún error. La célula retransmite la trama k de canal de código por el canal de código primario y, posteriormente, transmite las tramas k+2 de canal de código por el canal de código secundario asignado, puesto que la estación remota 6 no conoce el conjunto de canales asignado en la trama k+2,

En la segunda realización, si la trama k de canal de código en el canal de código primario se recibe con algún error, la estación remota 6 demodula la transmisión de datos en la trama k+2 utilizando el conjunto de canales indicado en la anterior trama k-1 de canal de código. Esta realización no funciona bien si el conjunto de canales asignado en la trama k-1 es distinto o inconexo con el conjunto de canales asignado en la trama k. Por ejemplo, con referencia a la Tabla 1, si el conjunto de canales asignado en la trama k-1 es C13 y el conjunto de canales asignado en la trama k es C14, la estación remota 6 que demodula la transmisión de datos en la trama k mediante el conjunto de canales C13 recibirá datos erróneos.

En la tercera realización, si la trama k de canal de código en el canal de código primario se recibe con algún error, la estación remota 6 demodula la transmisión de datos en la trama k+2 mediante el conjunto de canales que presenta el número más alto de canales de código secundario. Esta realización funciona bien si el conjunto de canales más grande contiene todos los canales de código secundario que pueden asignarse a la estación remota 6. Por ejemplo, el conjunto C15 de la Tabla 1 satisface esta condición, puesto que contiene todos los canales de código de los conjuntos de canales C0 a C14. Las tramas de canal de código válidas son un subconjunto de las tramas de canal de código demoduladas. El inconveniente de esta realización es que necesita una cantidad mayor de procesamiento en la estación remota 6. Asimismo, tal vez sea necesario almacenar una gran cantidad de datos hasta que la estación remota 6 pueda determinar cuáles de las tramas de canal de código demoduladas son válidas. Si cada trama de canal de código se codifica con su propio conjunto de bits CRC, la estación remota 6 podrá determinar la validez de las tramas de canal de código realizando una verificación CRC en cada trama de canal de código demodulada. Por otra parte, si todas las tramas de datos se codifican con un mismo conjunto de bits CRC y los bits CRC están distribuidos por todas las tramas de canal de código, la estación remota 6 podrá realizar una verificación CRC en diferentes combinaciones de las tramas de canal de código demoduladas. Por último, la estación remota 6 puede almacenar todas las tramas de canal de código demoduladas, comunicar a la célula el error de trama por el canal de código primario y esperar a la retransmisión de la identidad del conjunto de canales asignado.

En la cuarta, y preferida, realización, la célula transmite, en la trama k, la identidad del conjunto de canales asignado para la trama k+2, junto con la identidad del conjunto de canales asignado para la trama k, por el canal de código primario. Si la trama k de canal de código se recibe con algún error, la estación remota 6 demodula la transmisión de datos en la trama k+2 mediante el conjunto de canales más grande, como en la tercera realización. No obstante, puesto que la identidad del conjunto de canales asignado para la trama k+2 también se transmite por el canal de código primario en la trama k+2, la estación remota 6 puede determinar cuáles de las tramas de canal de código demoduladas son válidas. Tal vez se necesite un elemento de almacenamiento adicional, posiblemente de una trama de datos, hasta que pueda averiguarse qué canales de código secundario se han asignado a partir del canal de código primario demodulado. Para un sistema que presenta conjuntos de 16 canales por canal de código primario, la transmisión de la identidad del conjunto de canales asignado en la trama actual sólo requiere cuatro bits adicionales.

La transmisión de la identidad del conjunto de canales asignado a través de dos tramas de canal de código, separadas por dos tramas, proporciona redundancia y diversidad en el tiempo. Una transmisión de datos se demodula correctamente, a menos que las ambas tramas de canal de código k y k+2 en el canal de código primario se reciban con errores. Este suceso es de baja probabilidad.

VII. Demodulación y descodificación de varios canales de código

La demodulación de varios canales de código durante la transferencia con continuidad, y de señales de trayectorias múltiples, se describe en detalle en la patente estadounidense nº 5.109.390, titulada "DIVERSITY RECEIVER IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM" ["Receptor de diversidad en un sistema de telefonía celular CDMA"], transferida al cesionario de la presente invención. El receptor dado a conocer en la patente estadounidense nº 5.109.390 es ampliado adicionalmente por la presente invención para recibir varios agrupamientos de canales de código.

En la Figura 4, se representa un ejemplo de diagrama de bloques del demodulador 64 y el descodificador 66 en la estación remota 6 de la presente invención. Las señales RF transmitidas desde las células son recibidas por la antena 60 y proporcionadas al receptor 62. El receptor 62 amplifica y filtra la señal RF recibida, reduce la frecuencia de la señal RF hasta banda base y cuantiza la señal de banda base en bits digitales. La señal de banda base digitalizada se proporciona al demodulador 64. El demodulador 64 contiene por lo menos un receptor RAKE 100. Los receptores RAKE 100 demodulan la señal de banda base digitalizada con los códigos cortos PN_1 y PN_Q adecuados y el código de Walsh, de la manera descrita en mayor detalle en la patente estadounidense nº 5.109.390. Las salidas demoduladas de los receptores RAKE 100 se proporcionan al descodificador 66. En el descodificador 66, los desaleatorizadores 110 desaleatorizan las salidas demoduladas con el código PN largo asignado a la estación remota 6. Los datos desaleatorizados son reordenados, a continuación, por los desintercaladores 112, y los datos desintercalados se encaminan a través del multiplexor (MUX) 114 hacia el descodificador 116 de Viterbi. El descodificador de Viterbi 116 efectúa la descodificación convolutiva de los datos desintercalados y proporciona los datos descodificados al elemento

118 de verificación CRC. El elemento 118 de verificación CRC realiza la verificación CRC de los datos descodificados y proporciona las porciones de datos sin errores de las tramas de canal de código recibidas al sumidero 68 de datos.

El demodulador 64 puede implementarse mediante muchas realizaciones. En la primera realización, se requiere un receptor RAKE 100 por cada agrupamiento de canales de código que recibe la estación remota 6. Cada receptor RAKE 100 contiene por lo menos un correlador 104, que constituye lo que se denomina una "rama" del receptor RAKE 100. Se necesita por lo menos un correlador 104 para cada canal de código en un agrupamiento. Cada correlador 104 tiene capacidad para desensanchar la señal de banda base digitalizada del receptor 62 con códigos PN cortos exclusivos y un código de Walsh exclusivo asignados a ese correlador particular 104 por la estación remota 6. Las operaciones realizadas por el correlador 104 reflejan las operaciones realizadas en la célula transmisora. En la célula, los datos codificados se ensanchan en primer lugar con el código de Walsh exclusivo asignado al canal de código por el cual se van a transmitir los datos. Los datos ensanchados se ensanchan todavía más mediante los códigos PN cortos exclusivos asignados a la célula transmisora particular.

No siempre se utilizan todos los correladores 104 y todos los receptores RAKE 100 de la estación remota 6. De hecho, sólo las salidas de los correladores 104 que han sido asignados por la estación remota 6 son combinadas por el combinador 106. Además, sólo las salidas de los receptores RAKE 100 que han sido asignados por la estación remota 6 son descodificadas por el descodificador 66. Los correladores 104 y los receptores RAKE 100 no asignados por la estación remota 6 se ignoran. En realidad, en la realización preferida, la estación remota 6 no demodula ni descodifica ningún canal de código que no sea alguno de los canales de código que le han sido asignados. Esta característica es particularmente importante para la estación remota 6, que es una unidad móvil, ya que permite ahorrar potencia de batería y prolongar la vida útil de la unidad.

Cada correlador asignado 104 desensancha primero la señal de banda base digitalizada del receptor 62 con los códigos PN cortos asignados a ese correlador 104 por la unidad remota 6. Los códigos PN cortos asignados son idénticos a los códigos PN cortos utilizados para ensanchar los datos en la célula. Habitualmente, los códigos PN cortos asignados presentan una diferencia de tiempo respecto de los códigos PN cortos utilizadas en la célula, para compensar el retardo de transmisión a través del enlace directo 50 y el retardo de procesamiento debido al receptor 62. A continuación, el correlador 104 desensancha la salida obtenida tras la primera operación de desensanchamiento con el código de Walsh asignado a ese correlador 104 por la estación remota 6. El código de Walsh asignado corresponde al código de Walsh asignado al canal de código que está siendo demodulando por el correlador 104. Los bits desensanchados de cada correlador asignado 104 dentro del mismo receptor RAKE 100 son combinados por el combinador 106 y proporcionados al descodificador 66.

En la segunda realización, puede utilizarse un receptor RAKE 100 para demodular todos los canales de código asignados a la estación remota 6. Esto requiere el almacenamiento temporal en memoria de la señal de banda base digitalizada del receptor 62. A continuación, el receptor RAKE 100 demodula una trama de canal de código cada vez y proporciona las salidas demoduladas al descodificador 66. En esta realización, es necesario que el receptor RAKE 100 funcione a una velocidad superior a la del receptor RAKE 100 de la primera realización. En realidad, cada factor de incremento doble en velocidad permite reducir a la mitad los receptores RAKE 100.

El descodificador 66 recibe las salidas demoduladas de los receptores RAKE 100 y realiza una serie de operaciones que son complementarias a las operaciones realizadas en la célula transmisora. El descodificador 66 puede implementarse mediante muchas realizaciones. En la primera realización, la salida demodulada de cada receptor RAKE 100 se proporciona a un desaleatorizador 110 distinto. El desaleatorizador 110 desensancha la salida demodulada con un código PN largo que ha sido asignado a la estación remota 6 y proporciona los datos desaleatorizados al desintercalador 112. El desintercalador 112 reordena los bits de los datos desaleatorizados en el orden inverso al utilizado en la célula transmisora. La función de desintercalado proporciona diversidad en el tiempo, lo cual mejora el rendimiento de la posterior descodificación convolutiva mediante el ensanchamiento de las ráfagas de errores introducidas por la transmisión por el enlace directo 50. Los datos desintercalados se multiplexan a través del MUX 114 y se proporcionan al descodificador 116 de Viterbi. El descodificador 116 de Viterbi efectúa la descodificación convolutiva de los datos desintercalados y proporciona los datos descodificados al elemento 118 de verificación CRC. El elemento 118 de verificación CRC realiza la verificación CRC de los datos descodificados y proporciona las porciones de datos sin errores de las tramas de canal de código recibidas al sumidero de datos 68. En la realización preferida, se utiliza un descodificador 116 de Viterbi para descodificar los datos transmitidos por todos los canales de código.

En la segunda realización, las salidas demoduladas de los receptores RAKE 100 se multiplexan a través del MUX 114 y se procesan mediante un desaleatorizador 110, un desintercalador 112 y un descodificador 116 de Viterbi. Los requisitos de hardware se reducen al mínimo cuando se utiliza un equipo de hardware para descodificar todas las tramas de canal de código. La multiplexación en el tiempo requiere también que el hardware funcione a alta velocidad.

El demodulador 64 se utiliza en una de al menos cuatro modalidades diferentes. En la primera modalidad, el demodulador 64 se utiliza para demodular la señal transmitida desde una célula a través de un canal de código. En esta modalidad, sólo se utiliza un receptor RAKE 100 para demodular la señal recibida. En el receptor RAKE 100 asignado, se asigna un correlador 104 diferente a cada una de las trayectorias múltiples de la señal recibida. Los códigos PN cortos y el código de Walsh utilizados por cada uno de los correladores asignados 104 son iguales.

No obstante, los códigos PN cortos utilizados por cada correlador asignado 104 tienen un desplazamiento temporal distinto para compensar el retardo diferente de cada trayectoria múltiple. El correlador de búsqueda 104x efectúa una búsqueda continua de la trayectoria múltiple más intensa que no tiene ningún correlador 104 asignado. El correlador de búsqueda 104x avisa a la estación remota 6 cuando la intensidad de la señal de la trayectoria múltiple recién descubierta sobrepasa un umbral predeterminado. A continuación, la estación remota 6 asigna la trayectoria múltiple recién hallada a un correlador 104.

Como ejemplo, la estación remota 6 se comunica con una célula a través del canal 4 de código primario. La estación remota 6 puede asignar el canal 4 de código primario al receptor RAKE 100a. En el receptor RAKE 100a, se asignan correladores 104 a las diferentes trayectorias múltiples de la señal recibida por el canal 4 de código primario. Por ejemplo, el correlador 104a puede ser asignado a la primera trayectoria múltiple, el correlador 104b puede ser asignado a la segunda trayectoria múltiple, y así sucesivamente. Las salidas de los correladores asignados 104 son combinadas por el combinador 106a y proporcionadas al descodificador 66. En el descodificador 66, la salida demodulada del receptor RAKE 104a es desaleatorizada por el desaleatorizador 110a., reordenada por el desintercalador 112a, encaminada a través del MUX 114, sometida a descodificación convolutiva por el descodificador 116 de Viterbi y verificada por el elemento 118 de verificación CRC. Las porciones de datos sin errores del elemento 118 de verificación CRC se proporcionan al sumidero 68 de datos.

En la segunda modalidad, el demodulador 64 se utiliza para demodular las señales transmitidas desde varias células a través de un agrupamiento de varios canales de código. Esta situación se produce cuando la estación remota 6 experimenta una transferencia con continuidad. En esta modalidad, se asigna todo el agrupamiento a un receptor RAKE 100. Cada canal de código del agrupamiento se asigna por lo menos a un correlador 104 del receptor RAKE 100. Cada correlador 104 desensancha la salida de banda base del receptor 62 con los códigos PN cortos exclusivos y el código de Walsh exclusivo correspondientes a la célula y al canal de código, respectivamente, a los que se ha asignado el correlador 104 particular. Las salidas de los correladores 104 asignados son combinadas por el combinador 106. La señal combinada mejora la estimación de los datos transmitidos de forma redundante a través de los diversos canales de código del agrupamiento.

Como ejemplo, la estación remota 6 experimenta una transferencia con continuidad y se comunica con la primera célula a través del canal 4 de código primario, y con la segunda célula a través del canal 6 de código primario. La estación remota 6 asigna por lo menos un correlador 104 del mismo receptor RAKE 100 a cada uno de los dos canales 4 y 6 de código primario. Por ejemplo, la estación remota 6 puede asignar el correlador 104a al canal 4 de código primario, y el correlador 104b al canal 6 de código primario. Los correladores 104c a 104m pueden ser asignados por la estación remota 6 a las trayectorias múltiples más intensas de los canales 4 y 6 de código primario. Las estimaciones de los correladores asignados 104 son combinadas por el combinador 106a para proporcionar una estimación de datos mejorada que se proporciona al descodificador 66. El descodificador 66 descodifica los datos demodulados del receptor RAKE 100a de la misma forma que la descrita en la primera modalidad.

En la tercera modalidad, el demodulador 64 se utiliza para demodular las señales transmitidas desde una célula a través de varios agrupamientos de canales de código. Esta situación se produce cuando la célula transmite datos a la estación remota 6 a una velocidad alta. Cada agrupamiento consta de un canal de código. En esta modalidad, se asigna un receptor RAKE 100 a cada agrupamiento de canales de código. A los correladores 104 dentro del mismo receptor RAKE 100, se les asignan los mismos códigos PN cortos y el mismo código de Walsh. A los correladores 104 dentro de diferentes receptores RAKE 100, se les asignan los mismos códigos PN cortos pero un código de Walsh diferente, puesto que cada receptor RAKE 100 demodula un canal de código diferente.

Cada receptor RAKE 100 realiza, en esta modalidad, la misma función que en la primera modalidad. En esencia, el canal de código de cada agrupamiento se asigna por lo menos a un correlador 104. Los correladores 104 del mismo receptor RAKE 100 se asignan a trayectorias múltiples diferentes de la señal recibida por el canal de código asignado a ese receptor RAKE 100 particular. Por consiguiente, cada correlador 104 dentro del mismo receptor RAKE 100 utiliza los mismos códigos PN cortos y el mismo código de Walsh. Los códigos PN cortos de cada correlador 104 asignado dentro del mismo receptor RAKE 100 presentan un desplazamiento temporal para compensar los diferentes retardos de las trayectorias múltiples. Las salidas de los correladores asignados 104 de cada receptor RAKE 100 son combinadas por el combinador 106 y proporcionadas al descodificador 66.

Como ejemplo, a la estación remota 6 se le asigna el canal 4 de código primario durante la etapa de establecimiento de llamada de una comunicación con una célula y, a continuación, se le asigna el conjunto C7 de canales durante un periodo de transmisión de datos a alta velocidad. Haciendo referencia a la Tabla 1, el conjunto C7 de canales de código contiene los cuatro canales 33, 49, 65 y 81 de código secundario. La estación remota 6 asigna cinco receptores RAKE 100 diferentes a los cinco canales de código. Por ejemplo, le estación remota 6 puede asignar el receptor RAKE 100a al canal 4 de código primario, el receptor RAKE 100b al canal 33 de código secundario, el receptor RAKE 100c (no representado en la Figura 4) al canal 65 de código secundario, y así sucesivamente. Dentro del receptor RAKE 100a, se asignan correladores 104 a las trayectorias múltiples diferentes de la señal recibida por el canal 4 de código primario. Por ejemplo, el correlador 104a puede asignarse a la primera trayectoria múltiple, el correlador 104b a la segunda trayectoria múltiple, y así sucesivamente. Las salidas de los correladores asignados 104 son combinadas por el combinador 106a. Las salidas demoduladas de los cinco receptores RAKE 100 asignados se proporcionan al descodificador 66.

Dentro del descodificador 66, la salida demodulada del receptor RAKE 100a es desaleatorizada por el desaleatorizador 110a y reordenada por el desintercalador 112a. Asimismo, la salida demodulada del receptor RAKE 100b es desaleatorizada por el desaleatorizador 110b y reordenada por el desintercalador 112b. Se asignan cinco combinaciones diferentes de desaleatorizadores 110 y desintercaladores 112 a cada una de las cinco salidas demoduladas de los cinco receptores RAKE 100. Los datos desintercalados de los cinco desintercaladores 112 se multiplexan a través del MUX 114 en un orden predeterminado y se proporcionan al descodificador 116 de Viterbi. Los datos desintercalados son sometidos a descodificación convolutiva por el descodificador 116 de Viterbi y verificados por el elemento 118 de verificación CRC. Las porciones de datos sin errores del elemento 118 de verificación CRC se proporcionan al sumidero 68 de datos.

En la cuarta modalidad, el demodulador 64 se utiliza para demodular las señales transmitidas desde varias células a través de varios agrupamientos de canales de código. Esta situación se produce cuando la estación remota 6 experimenta una transferencia con continuidad con varias células y recibe datos a alta velocidad desde varias células. Cada agrupamiento consta de más de un canal de código. En esta modalidad, se asigna un receptor RAKE 100 a cada agrupamiento de canales de código. Cada receptor RAKE 100 realiza, en esta modalidad, las mismas funciones que en la segunda modalidad. Dentro del mismo receptor RAKE 100 se asigna por lo menos un correlador 104 a cada uno de los canales de código del agrupamiento. Cada correlador 104 utiliza códigos PN cortos exclusivos y un código de Walsh exclusivo, correspondientes a la célula y al canal de código, respectivamente, a los cuales se ha asignado el correlador particular 104.

Como ejemplo, la estación remota 6 se comunica con la primera célula a través del canal 4 de código primario, y con la segunda célula a través del canal 6 de código primario durante una transferencia con continuidad. Durante una subsiguiente transmisión de datos a alta velocidad, se asignará a la estación remota 6 el conjunto C7 de canales. Con referencia a la Tabla 3, el conjunto C7 contiene los cuatro agrupamientos de canales de código secundario (33, 35), (49, 51), (65, 67) y (81, 83). La estación remota 6 asigna cinco receptores RAKE 100 diferentes a los cinco agrupamientos de canales de código. Por ejemplo, la estación remota 6 puede asignar el receptor RAKE 100a al primer agrupamiento de canales (4, 6) de código primario, el receptor RAKE 100b al segundo agrupamiento de canales (33, 35) de código secundario, el receptor RAKE 100c (no representado en la Figura 4) al tercer agrupamiento de canales (49, 51) de código secundario, y así sucesivamente. Dentro del receptor RAKE 100a, se asigna por lo menos un correlador 104 a cada canal de código del agrupamiento. Por ejemplo, la estación remota 6 puede asignar el correlador 104a al canal 4 de código primario, y el correlador 104b al canal 6 de código primario. Los correladores 104c a 104m pueden ser asignados por la estación remota 6 a las siguientes trayectorias múltiples más intensas de los canales 4 y 6 de código primario. Las salidas de los correladores asignados 104 dentro del receptor RAKE 100a son combinadas por el combinador 106a. Las salidas demoduladas de los cinco receptores RAKE 100 asignados se proporcionan al descodificador 66.

El descodificador 66 recibe las salidas demoduladas de los cinco receptores RAKE 100 y descodifica los datos de la misma forma que la descrita para la tercera modalidad. En esencia, la salida demodulada de cada uno de los cinco receptores RAKE 100 es desaleatorizada por un desaleatorizador 110 distinto, reordenada por un intercalador 112 distinto, multiplexada a través del MUX 114, sometida a descodificación convolutiva por el descodificador 116 de Viterbi y verificada por el elemento 118 de verificación CRC. Las porciones de datos sin errores del elemento 118 de verificación CRC se proporcionan al sumidero 68 de datos.

La descripción anterior sobre la demodulación y la descodificación de transmisiones de datos a través de varios agrupamientos de canales de código puede ampliarse a una estación remota que experimenta una transferencia con continuidad con tres o más estaciones base. En esencia, cada agrupamiento de canales de código requiere un receptor RAKE 100 distinto. Por ejemplo, los cuatro agrupamientos de canales de código secundario del conjunto C7 de canales (véase la Tabla 3) requieren cuatro receptores RAKE 100. Además, cada canal de código en un agrupamiento se asigna por lo menos a un correlador diferente 104 en el mismo receptor RAKE 100. La salida del correlador 104 asignado se combina y descodifica para obtener los datos transmitidos en ese agrupamiento de canales de código.

El ejemplo de hardware de demodulador 64 y descodificador 66 representado en la Figura 4 puede utilizarse en otras modalidades. Por ejemplo, el demodulador 64 y el descodificador 66 pueden configurarse para efectuar las tareas de demodular y descodificar los datos transmitidos en varios agrupamientos de canales de código, en las que cada uno de dichos agrupamientos contiene un canal de código y los datos no se transmiten desde la misma célula. Esto es similar a lo que sucede en la tercera modalidad descrita anteriormente, excepto en que a los receptores RAKE 100 se les asignan códigos PN cortos diferentes, correspondientes a células transmisoras diferentes. Como alternativa, el demodulador 64 y el descodificador 66 pueden configurarse para demodular y descodificar los datos transmitidos en varios agrupamientos de canales de códigos, conteniendo cada agrupamiento una cantidad distinta de canales de código. Esto constituye una variante de la cuarta modalidad descrita anteriormente. Estas y otras modalidades de utilización del demodulador 64 y el descodificador 66 pueden ser tenidas en cuenta, y están comprendidas dentro del ámbito de la presente invención.

VIII. Bits CRC

Según la norma IS-95A, los bits CRC se adjuntan a cada porción de datos para permitir la detección de errores de tramas por parte de la estación remota 6. Los bits CRC se generan según el polinomio CRC especificado por la norma IS-95A. En particular, para una velocidad de transmisión de datos de 96 Kbps, el polinomio especificado es $g(x) = x^{12}$

+ $x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^4 + x + 1$. Para cada porción de datos, se adjuntan doce bits CRC. En la presente invención, el número de bits CRC puede aumentarse o reducirse, según la certeza de detección deseada. Una mayor cantidad de bits CRC proporciona una mayor certeza en la detección de errores de tramas, pero requiere más sobregasto del sistema. Por el contrario, una menor cantidad de bits CRC reduce la certeza de la detección de errores de tramas, pero requiere menos sobregasto del sistema.

En el caso de transmisión de datos a alta velocidad a través de varios canales de código, los bits CRC para los diversos canales de código pueden ser generados por al menos dos realizaciones. En la primera realización, cada porción de datos se adjunta con su propio conjunto de bits CRC, de forma parecida a la especificada por la norma IS-95A. Esta realización requiere más sobregasto del sistema pero permite detectar los errores de tramas de cada porción individual de datos. Sólo se retransmiten las porciones de datos recibidas con algún error.

En la segunda realización, la trama de datos que va a transmitirse a través de los canales de código asignados durante una trama es codificada por un generador de CRC. Los bits CRC generados pueden transmitirse en una de diversas modalidades posibles. En la primera modalidad, la trama de datos se divide en porciones de datos de la forma descrita anteriormente. Los bits CRC también se dividen y adjuntan a cada porción de datos. De esta forma, cada trama de canal de código contiene una porción de datos y algunos bits CRC. En la segunda modalidad, los bits CRC se transmiten a través de una trama de canal de código. Todas las tramas de canal de código, excepto la última trama de canal de código, contienen sólo la porción de datos. La última trama de canal de código contiene los bits CRC y algunos datos. La segunda modalidad proporciona diversidad en el tiempo de los bits CRC y mejora la detección de errores de tramas por parte de la estación remota 6.

En la estación remota 6, se reagrupa la porción de datos de las tramas de canal de código y los bits CRC. En la segunda realización, la estación remota 6 sólo es capaz de determinar si todas las tramas de canal de código se han recibido correctamente, o si se ha producido uno o más errores de tramas. La estación remota 6 no puede determinar cuáles de las tramas de canal de código se han recibido con algún error. Por consiguiente, una indicación de error en una trama obliga a la célula a retransmitir todas las tramas de canal de código para esa trama. La segunda realización presenta la ventaja de que utiliza una cantidad menor de bits CRC para la trama de datos.

Como ejemplo, supongamos que se realiza una transmisión de datos a alta velocidad a través de doce canales de código. En la primera realización, a cada una de las doce porciones de datos se adjunta su propio conjunto de doce bits CRC. Se necesitan un total de 144 bits CRC para las doce porciones de datos. Estos 144 bits CRC permiten la detección de errores en cada trama de canal de código individual. Por consiguiente, si la trama de canal de código de un canal de código particular se recibe con errores, sólo será necesario retransmitir la trama errónea.

En la segunda realización, la trama de datos completa se codifica con un solo conjunto de bits CRC. Preferiblemente, el número de bits CRC utilizados es inferior al número total de bits CRC utilizados en la primera realización. En el ejemplo de doce tramas de canal de código indicado anteriormente, el número de bits CRC utilizados es al menos 12, pero inferior a 144. Puesto que existe aproximadamente una cantidad de bits de datos doce veces superior, se necesitarán más bits CRC para permitir la detección de errores de tramas con mayor certeza. Si se supone que 24 bits CRC permiten la detección de errores de tramas con el nivel de certeza requerido, los 24 bits CRC pueden dividirse en doce bloques CRC, conteniendo cada bloque CRC dos bits CRC. Se adjunta un bloque CRC a cada una de las doce porciones de datos. Como alternativa, los 24 bits CRC pueden retransmitirse a través de una trama de canal de código. En la estación remota 6, se reagrupan las porciones de datos y los 24 bits CRC. La estación remota 6 sólo puede determinar si la totalidad de las doce tramas de canal de código se ha recibido correctamente. Si se indica un error de trama, la estación remota 6 no puede determinar cuáles de las tramas de canal de código se han recibido con errores. Por consiguiente, la célula retransmite las doce tramas de canal de código. Para un ahorro de 120 bits CRC en sobregasto adicional del sistema, la estación remota 6 sigue siendo capaz de detectar errores de tramas, pero sin la precisión de la primera realización. La segunda realización requiere hallar un punto de equilibrio entre una menor cantidad de sobregasto adicional y una retransmisión redundante de tramas de canal de código.

IX. Temporización de la programación de velocidades del enlace directo

La precisión de la predicción de la potencia de transmisión necesaria para las tareas no programadas puede mejorar realizando la predicción en un momento que se aproxime tanto como sea posible al tiempo en el que se va a utilizar la predicción. Durante el periodo de retardo entre el tiempo de la predicción y el tiempo de utilización real, el estado de la red puede haber cambiado. Por ejemplo puede suceder que los usuarios de voz hayan empezado a hablar o hayan dejado de hablar, que se hayan añadido o retirado usuarios de la red o que las condiciones del canal hayan cambiado. Si se limita el retardo de procesamiento a un pequeño número de tramas, la predicción de la potencia de transmisión necesaria para las tareas no programadas es suficientemente precisa para la presente invención. En la realización preferida, el retardo de procesamiento es de cuatro tramas o menos.

El programador 12 de canales puede efectuar predicciones en un breve intervalo de tiempo (por ejemplo, manteniendo un intervalo de programación corto) para aumentar la precisión de las predicciones y permitir que el programador 12 de canales responda con rapidez a los cambios de la demanda en el enlace directo. En el ejemplo de realización, la predicción se realiza una vez por trama, los recursos se asignan o reasignan una vez por trama y la programación de las velocidades de transmisión asignadas se transmite a las estaciones remotas 6 una vez por trama.

En la Figura 8, se representa un ejemplo de ilustración del diagrama de tiempos de la programación de velocidades del enlace directo de la presente invención. En la trama k, se mide el estado de toda la red CDMA y se envía al programador 12 de canales en el bloque 300. En el ejemplo de realización, el estado de la red CDMA puede incluir la potencia residual total disponible para las tareas programadas en cada célula, la cantidad de datos a transmitir a cada usuario programado, el conjunto de miembros activos de cada estación remota 6, la energía de transmisión por bit de cada usuario programado y los canales de código disponibles para la transmisión para cada célula. En la trama k+1, el programador 12 de canales asigna los recursos y envía la información al elemento 14 de selección situado dentro del controlador 10 de la estación base, en el bloque 302. La asignación de recursos por el programador 12 de canales puede consistir en la asignación de una velocidad de transmisión o la adjudicación de una potencia de transmisión. Si el programador 12 de canales asigna una potencia de transmisión, el elemento 14 de selección calcula la velocidad de transmisión asignada basándose en la potencia de transmisión asignada y la energía por bit necesaria de la estación remota 6. Las velocidades de transmisión asignadas van a utilizarse en la trama k+4. Dentro de la trama k+1, el elemento 14 de selección envía la programación de las velocidades de transmisión asignadas y la trama de datos, que va a transmitirse en la trama k+2, al elemento 40 de canal en el bloque 304. Asimismo, en la trama k+1, el elemento 40 de canal recibe la programación de velocidades de transmisión asignadas y la trama de datos desde el elemento 14 de selección, en el bloque 306. En la trama k+2, el elemento 40 de canal transmite la identidad del conjunto de canales asignado para la trama k+4 y para la trama k+2 a la estación remota 6 por el canal de código primario, en el bloque 308. Durante la trama k+3, la estación remota 6 recibe la trama de datos y determina la identidad del conjunto de canales asignado, en el bloque 310. A continuación, la estación remota 6 reconfigura el hardware, si es necesario, para recibir la próxima transmisión de datos a alta velocidad. En la trama k+4, los datos se transmiten a través de los canales de código primario y secundario asignados a las estaciones remotas 6, en el bloque 312.

En el ejemplo de realización, el retardo de procesamiento entre el tiempo en el que el programador 12 de canales recibe la información necesaria desde la célula y el tiempo en el que se realiza la transmisión de datos a la velocidad de transmisión asignada, es de cuatro tramas. En la trama k, el programador 12 de canales recibe la información desde la célula. En la trama k+4, la célula transmite los datos a las estaciones remotas 6 por los canales de código primario y secundario asignados. En un sistema CDMA que cumple la norma IS-95A, cada trama de retardo representa un retardo de 20 ms. En el ejemplo de realización, las cuatro tramas de retardo de procesamiento representan 80 ms de retardo. Este período de retardo es suficientemente corto como para que la predicción de la potencia de transmisión necesaria sea moderadamente precisa y la comunicación por el enlace directo no se degrade de manera significativa. Además, la predicción inicial de la potencia de transmisión necesaria para las tareas no programadas no es demasiado decisiva en la presente invención, debido a la capacidad del programador 12 de canales para supervisar continuamente la utilización del enlace directo y reasignar dinámicamente los recursos para las tareas programadas.

La descripción anterior del ejemplo de realización representa una implementación de la presente invención. Pueden tenerse en cuenta otras variantes en la temporización de la rutina de programación de velocidades del enlace directo respecto de las descritas anteriormente, estando comprendidas dichas variantes dentro del ámbito de la presente invención.

La información de programación que contiene las velocidades de transmisión asignadas puede transmitirse a las estaciones remotas 6 en una de diversas realizaciones posibles. En la primera realización, se reservan ciertos bits de la trama de canal de código del canal de código primario para la información de programación. En la segunda realización, la información de programación se transmite utilizando mensajes de señalización distintos. El mensaje de señalización puede transmitirse a la estación remota 6 siempre que se realice una nueva asignación de una velocidad de transmisión de datos. Pueden tenerse en cuenta otras realizaciones para transmitir la información de programación que constituyen variantes o combinaciones de las realizaciones descritas anteriormente, y que están comprendidas dentro del ámbito de la presente invención.

En la Figura 9, se representa un ejemplo de diagrama de la programación de velocidades del enlace directo y la transmisión de datos a alta velocidad de la presente invención. Como se ha indicado anteriormente, a la estación remota 6 se le asigna un canal de código primario por la duración de la comunicación con la célula. En la Figura 9, el canal de código primario transmite a la velocidad 1/8 cuando está inactivo y a la velocidad 1 cuando transmite datos. La acumulación de los datos que se van a transmitir a la estación remota 6 se representa mediante una línea continua y se proporciona en términos de número de tramas de canal de código. El número de tramas de canal de código es igual al número de canales de código multiplicado por el número de tramas necesarias para enviar todos los datos. Por ejemplo, 20 tramas de canal de código pueden ser transmitidas por un canal de código durante 20 tramas, o por cuatro canales de código durante cinco tramas. Aunque la capacidad del canal de código primario es ligeramente inferior a la del canal de código secundario, debido a los bits suplementarios en el canal de código primario, la diferencia se ignora en el ejemplo siguiente, para simplificar. A continuación, se hará referencia a una realización ya descrita anteriormente, en la que la programación de velocidades del enlace directo se realiza en cada trama. El ejemplo siguiente también se aplica a la realización en la que la programación de velocidades del enlace directo se realiza una vez cada K tramas.

En el ejemplo representado en la Figura 9, se asigna un canal de código primario a la estación remota 6, pero la célula no tiene datos para transmitir a la estación remota 6 en las tramas 1 y 2. Por consiguiente, la célula transmite a la velocidad 1/8 a través del canal de código primario. Durante la trama 2, la célula recibe dos tramas de canal de código para transmitir a la estación remota 6. La célula transmite una trama de canal de código en las tramas 3 y 4 por el canal de código primario, para reducir la acumulación a cero al final de la trama 3. Debe observarse que no hay ningún retardo de programación en la transmisión de datos a través del canal de código primario. Los datos recibidos

durante la trama 2 se transmiten de inmediato por el canal de código primario en la trama 3. La transmisión inmediata por el canal de código primario permite que la señalización pase rápidamente de la célula a la estación remota 6. Por ejemplo, la confirmación del TCP requiere aproximadamente 40 bytes y, mediante compresión de la cabecera, puede encajar en una trama de canal de código. La confirmación del TCP puede transmitirse inmediatamente a través del canal de código primario dentro de una trama.

Durante las tramas 5 y 6, la célula transmite a la velocidad 1/8 mientras está inactiva y en espera de recibir datos. Durante la trama 6, la célula recibe una gran cantidad de datos para transmitir a la estación remota 6. En la trama 7, el programador 12 de canales recibe la información de tamaño de cola desde el elemento 14 de selección, recopila otro tipo de información relativa al estado de la red (por ejemplo, la potencia residual total disponible para la transmisión de tareas programadas desde cada una de las células), asigna los recursos y transmite la información al elemento 14 de selección. En este ejemplo, el programador 12 de canales asigna el conjunto C7 de canales de la Tabla 1, que contiene cuatro canales de código secundario. En la trama 8, la célula transmite la segunda trama de canal de código de la cola, junto con el conjunto de canales asignado a la estación remota 6, por el canal de código primario. En la trama 9, la estación base 4 continúa transmitiendo datos por el canal de código primario y reduce la acumulación hasta 25 tramas de canal de código. Durante la trama 9, la estación remota 6 recibe la segunda trama de canal de código y la identidad del conjunto de canales asignado, y configura su hardware para recibir la próxima transmisión de datos a alta velocidad. La transmisión de datos a alta velocidad se produce a través del canal de código primario y los cuatro canales de código secundario en las tramas 10 y 11.

En este ejemplo, la demanda de enlace directo debida a las tareas no programadas se incrementa durante la trama 8. En la trama 9, el programador 12 de canales asigna los recursos para las tareas programadas que disponen de una menor capacidad de enlace directo. El programador 12 de canales determina que es posible utilizar el conjunto C6 de canales con dos canales menos de código secundario para liberar parte de la capacidad para la demanda adicional. En la trama 10, el nuevo conjunto de canales, que contiene dos canales de código secundario, se transmite a la estación remota 6. En la trama 11, la estación remota 6 recibe el nuevo conjunto de canales. Y, en la trama 12, la célula transmite datos a través del nuevo conjunto de canales.

Asimismo, en este ejemplo, la demanda de enlace directo debida a las tareas no programadas se reduce durante la trama 9. Durante la trama 10, con una mayor capacidad de enlace directo, el programador 12 de canales asigna el conjunto C7 de canales, que contiene cuatro canales de código secundario, a la estación remota 6. En la trama 11, se transmite la identidad del nuevo conjunto de canales a la estación remota 6. En la trama 12, la estación remota 6 recibe la identidad del nuevo conjunto de canales. Y, en la trama 13, la célula transmite datos a través del nuevo conjunto de canales.

Durante la trama 12, el programador 12 de canales observa que la cola quedará vacía cuando termine la transmisión programada actual, y que sólo se necesitan dos canales de código para transmitir el resto de datos en la trama 15. En la trama 13, el programador 12 de canales ordena a la célula, a través del elemento 14 de selección, que transmita la identidad del nuevo conjunto C3 de canales, que contiene sólo un canal de código secundario, a la estación remota 6. En la trama 14, la estación remota recibe la identidad del nuevo conjunto de canales y reconfigura su hardware. Por último, en la trama 15, la célula transmite las dos tramas restantes de canal de código a través del nuevo conjunto de canales.

Cuando observa que la cola está casi vacía, en la trama 13, el programador 12 de canales ordena a la célula, a través del elemento 14 de selección, que envíe la identidad del nuevo conjunto C0 de canales, que contiene cero canales de código secundario. En la trama 16, la célula utiliza el nuevo conjunto de canales. Una vez que se han transmitido todos los datos, la célula transmite a la velocidad 1/8 por el canal de código primario durante la trama 16, mientras permanece inactiva y en espera de recibir más datos.

El ejemplo anterior demuestra que existen cuatro tramas de retardo de procesamiento entre el tiempo en el que los datos están disponibles para la célula (en la trama 6 de la Figura 9) y el tiempo en el que se realiza la transmisión de datos a alta velocidad (en la trama 10 de la Figura 9). El ejemplo ilustra también que la velocidad de transmisión puede ajustarse en cada trama, de tal forma que el enlace directo se utilice por completo en cada trama.

VIII. Asignación de prioridades

Para optimizar la utilización del enlace directo, los recursos para las tareas programadas se asignan a las estaciones remotas 6 basándose en la prioridad de las estaciones remotas 6. La potencia de transmisión del enlace directo se asigna en primer lugar a la estación remota 6 que presenta la prioridad más alta, y en último lugar a la estación remota 6 que presenta la prioridad más baja. Para determinar la prioridad de las estaciones remotas 6, se pueden tener en cuenta numerosos factores. A continuación, se describe en detalle un ejemplo de lista que contiene algunos de los factores que pueden considerarse en la asignación de prioridades. También es posible considerar otros factores, que están comprendidos dentro del ámbito de la presente invención.

Un factor importante en la determinación de las prioridades de las estaciones remotas 6 es la energía por bit necesaria para transmitir a una estación remota 6. Las estaciones remotas 6 situadas en el borde de una célula, o las que experimentan condiciones de canal adversas, requieren más energía por bit para proporcionar el nivel de rendimiento deseado, debido a que la pérdida de transmisión desde la célula hasta la estación remota 6, o la relación

Eb/No, son más elevadas. En cambio, las estaciones remotas 6 situadas cerca de la sede celular (por ejemplo, cerca de la estación base 4 que presta servicio a la célula) requieren menos energía por bit para proporcionar el mismo nivel de rendimiento. En realidad, para la misma magnitud de potencia de transmisión, la velocidad de símbolos con la que puede transmitirse a la estación remota 6 es inversamente proporcional a la pérdida de transmisión y la razón Eb/No.

- 5 Por ejemplo, la potencia residual total que permite transmitir los datos a la primera estación remota 6 a 38,4 Kbps sólo permite transmitir los datos a la segunda estación remota 6 a 9,6 Kbps (1/4 de la velocidad de símbolos) si la pérdida de transmisión a la segunda estación remota 6 es superior en aproximadamente 6 dB a la de la primera estación remota 6, o si la segunda estación remota 6 requiere una razón Eb/No superior en 6 dB a la de la primera estación remota 6. Es preferible transmitir primero a la estación remota 6 que requiere menos energía por bit, debido a que se consumen
10 menos recursos para una velocidad de transmisión dada.

- Con referencia a la Figura 1, las estaciones remotas 6a y 6b están más cerca de la estación base 4c que la estación remota 6c. Del mismo modo, las estaciones remotas 6d y 6e están más cerca de la estación base 4d que la estación remota 6c. Por lo tanto, se consigue una mejor utilización del enlace directo transmitiendo primero a las estaciones
15 remotas 6a, 6b, 6d y 6e, en el intervalo de tiempo T1, y transmitiendo después a la estación remota 6c, en el intervalo de tiempo T2. Por lo general, es preferible asignar una prioridad más alta a la estación remota 6, que requiere menos energía por bit para mantener el enlace de comunicación.

- La estación remota 6 puede experimentar una transferencia con continuidad con varias células. La estación remota
20 6 que experimenta una transferencia con continuidad puede consumir más recursos si varias células transmiten de forma simultánea a la estación remota 6. Asimismo, la estación remota 6 que experimenta una transferencia con continuidad suele hallarse cerca del borde de la célula y requiere más energía por bit. Por consiguiente, es posible obtener un mayor caudal de datos por el enlace directo asignando una prioridad baja a la estación remota 6 que está experimentando una transferencia con continuidad.

- 25 La asignación óptima de recursos depende también de la cantidad de datos que se van a transmitir a la estación remota 6. Los datos que se van a transmitir se almacenan en una cola situada dentro del elemento 14 de selección. Por lo tanto, el tamaño de la cola indica la cantidad de datos que se van a transmitir. Al principio de cada intervalo de programación, el tamaño de la cola de todas las tareas programadas se envía al programador 12 de canales. Si el
30 tamaño de la cola de una tarea programada es pequeño, el programador 12 de canales suprime la tarea de la rutina de programación de velocidades. La transmisión de una pequeña cantidad de datos puede realizarse en un período de tiempo satisfactorio a través del canal de código primario. El programador 12 de canales sólo asigna recursos, cuando es necesario, para transmitir una gran cantidad de datos. Por lo tanto, la cantidad de recursos asignados a cada estación remota es aproximadamente proporcional al tamaño de la cola de los datos que se van a transmitir a la estación remota
35 6.

- El tipo de datos que se van a transmitir es otra cuestión importante en la asignación de prioridades a las estaciones remotas 6. Algunos tipos de datos son sensibles al tiempo y requieren una atención rápida. Otros tipos de datos pueden tolerar un retardo más prolongado de la transmisión. Como es obvio, la prioridad más alta se asigna a los datos que
40 son sensibles al tiempo.

- Como ejemplo, es inevitable que algunos de los datos transmitidos que se reciben en la estación remota 6 contengan errores. La estación remota 6 es capaz de determinar un error de trama mediante la utilización de los bits CRC adjuntos en las tramas de canal de código recibidas. Tras determinarse que se ha recibido una trama de canal de código con
45 algún error, el bit indicador de error (BIE) para dicha trama de canal de código se marca, y la estación remota 6 informa a la célula acerca del error de trama. La implementación y la utilización de la transmisión del BIE se dan a conocer en la patente estadounidense nº 5.568.483, mencionada anteriormente. A continuación, el programador 12 de canales programa la retransmisión de las tramas de canal de código recibidas que contienen algún error. En la estación remota 6, otro tipo de procesamiento de señales puede depender de las tramas de canal de código recibidas con errores. Por
50 lo tanto, el programador 12 de canales da, a los datos que se están retransmitiendo, una prioridad más alta que a los datos que se están transmitiendo por primera vez.

- Por el contrario, si la misma estación remota 6 comunica repetidamente errores de tramas, esto puede indicar que el enlace directo está deteriorado. Por consiguiente, la asignación de los recursos del enlace directo para la retransmisión
55 repetida de las tramas de canal de código recibidas con errores resulta despilfarradora. En este caso, la estación remota 6 puede ponerse temporalmente en estado de retención. La transmisión de datos a alta velocidad puede suspenderse hasta que la condición del enlace directo mejore. El programador 12 de canales todavía puede dirigir la transmisión de datos por el canal de código primario y supervisar continuamente el rendimiento del enlace directo. Tras ser informado de que la condición del enlace directo ha mejorado, el programador 12 de canales anula el estado de retención de la
60 estación remota 6 y reanuda la transmisión de datos a alta velocidad a la estación remota 6. Por otra parte, los datos de la cola pueden suprimirse tras un número predeterminado de intentos infructuosos de retransmisión.

- Cuando se asignan prioridades a las estaciones remotas 6, tal vez sea deseable diferenciar las estaciones remotas 6 según el tipo de servicio de datos que se está proporcionando. Por ejemplo, puede establecerse una estructura de
65 fijación de precios para los diferentes servicios de transmisión de datos. La prioridad más alta se da a los servicios sujetos a una tarifa especial. A través de la estructura de fijación de precios, el usuario de cada estación remota 6 puede determinar individualmente la prioridad y, en consecuencia, el tipo de servicio que el usuario va a recibir.

ES 2 293 452 T3

La prioridad de la estación remota 6 también puede convertirse en una función de la magnitud del retardo que ya ha experimentado la estación remota 6. Los recursos disponibles del enlace directo se asignan primero a la estación remota 6 que presenta la prioridad más alta. Por consiguiente, la estación remota 6 que presenta una prioridad más baja suele experimentar, usualmente, un retardo de transmisión más largo. Según se incrementa la magnitud del retardo experimentado por la estación remota 6 de baja prioridad, la prioridad de la estación remota 6 puede actualizarse. Esto impide que los datos dirigidos hacia la estación remota 6 de baja prioridad permanezcan en la cola indefinidamente. Sin la actualización de la prioridad, la estación remota 6 de baja prioridad puede sufrir una magnitud intolerable de retardo. La actualización de prioridad puede incrementarse de una manera que permita una comunicación de gran calidad de las tareas programadas y no programadas, mientras se mantienen los objetivos del sistema.

A los factores se les dan ponderaciones diferentes, según el conjunto de objetivos del sistema que se optimicen. Por ejemplo, para maximizar el caudal de datos por el enlace directo, se da una ponderación mayor a la energía por bit necesaria para la estación remota 6 y a si la estación remota 6 está experimentando o no una transferencia con continuidad. Este sistema de ponderación no tiene en cuenta los tipos de datos ni la prioridad de las estaciones remotas 6, y por lo tanto no aborda el objetivo de equidad del sistema.

Como alternativa, puede mantenerse una estructura de fijación de precios que permite que el usuario de cada estación remota 6 determine individualmente la prioridad de la estación remota 6. La voluntad de pagar una tarifa especial por el recurso indica un nivel de importancia más alto. En este caso, un sistema que trata de maximizar los ingresos y la satisfacción de los usuarios puede transmitir primero a la estación remota 6 sujeta a tarifa especial, incluso aunque la transmisión requiera más recursos. También pueden generarse otros sistemas de ponderación mediante los factores citados anteriormente, además de otros factores no citados, para alcanzar cualquier conjunto de objetivos del sistema, estando comprendidos dichos sistemas de ponderación dentro del ámbito de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de comunicación que comprende:

al menos un transmisor (42) de sede celular, estando cada transmisor (42) de sede celular adaptado para transmitir tráfico primario no programado por al menos un canal primario;

un programador (12) de canales adaptado para programar tráfico secundario en un conjunto de al menos un canal secundario;

en el cual dicho programador (12) de canales está adaptado para programar dicho tráfico secundario según una capacidad residual del enlace directo de dicho transmisor, o transmisores, (42) de sede celular,

en el cual dicho programador (12) de canales está adicionalmente adaptado para programar dicho tráfico secundario según una potencia total de transmisión requerida.

2. El sistema de comunicación de la reivindicación 1, en el cual dicho programador (12) de canales está adicionalmente adaptado para programar dicho tráfico secundario de acuerdo a una velocidad de datos requerida.

3. El sistema de comunicación de la reivindicación 2, en el cual dicho programador (12) de canales está adicionalmente adaptado para programar dicho tráfico secundario de acuerdo a una potencia de compensación de dicho transmisor, o transmisores, de sede celular.

4. El sistema de comunicación de la reivindicación 2, en el cual dicho programador (12) de canales está adaptado para cambiar dicha velocidad de datos de dicho tráfico secundario programado durante un periodo de programación.

5. El sistema de comunicación de la reivindicación 1, en el cual dicho programador (12) de canales está adaptado para reprogramar dicho tráfico secundario cada K tramas, donde K es un entero.

6. El sistema de comunicación de la reivindicación 5, en el cual K es igual a uno.

7. El sistema de comunicación de la reivindicación 1, en el cual dicho programador (12) de canales está adaptado para reprogramar dicho tráfico secundario tras la recepción de una solicitud de datos desde una estación remota.

8. El sistema de comunicación de la reivindicación 1, en el cual dicho programador (12) está adicionalmente adaptado para programar dicho tráfico secundario de acuerdo a una potencia de compensación de dicho transmisor, o transmisores, (42) de sede celular.

9. El sistema de comunicación de la reivindicación 1, en el cual dicho programador (12) de canales está adaptado para cambiar dicha potencia total de transmisión durante un periodo de programación.

10. El sistema de comunicación de la reivindicación 1, en el cual dicho programador (12) de canales está adaptado para programar dicho tráfico secundario sobre un conjunto temporalmente reducido de canales secundarios, en respuesta a un cambio en las condiciones del enlace directo.

11. El sistema de comunicación de la reivindicación 10, en el cual dicho transmisor de sede celular está adaptado para transmitir una indicación de velocidad de datos en una misma trama, según dicho programador (12) de canales programa dicho tráfico secundario sobre dicho conjunto temporalmente reducido de canales secundarios.

12. El sistema de comunicación de la reivindicación 10, en el cual dicho transmisor (42) de sede celular está adaptado para transmitir una indicación de velocidad de datos en una trama, dos tramas antes de que dicho programador (12) de canales programe dicho tráfico secundario sobre dicho conjunto temporalmente reducido de canales secundarios.

13. El sistema de comunicación de la reivindicación 1, en el cual dicho programador (12) de canales está adaptado para predecir una velocidad requerida de datos de transmisión basándose en una velocidad anterior de datos de transmisión.

14. El sistema de comunicación de la reivindicación 1, en el cual dicho programador (12) de canales está adaptado para predecir una potencia de transmisión requerida basándose en una potencia anterior de transmisión.

15. El sistema de comunicación de la reivindicación 1, en el cual dicho programador (12) de canales está adaptado para programar dicho tráfico secundario sobre una pluralidad de conjuntos disconexos de canales secundarios.

16. El sistema de comunicación de la reivindicación 1, en el cual dicho programador (12) de canales está adaptado para programar dicho tráfico secundario sobre una pluralidad de conjuntos superpuestos de canales secundarios.

17. El sistema de comunicación de la reivindicación 1, en el cual dicho programador (12) de canales está adaptado para seleccionar de forma pseudoaleatoria dichos canales secundarios.

ES 2 293 452 T3

18. Un procedimiento para programar transmisiones en un sistema de comunicación, que comprende al menos un transmisor (42) de sede celular, con cada transmisor (42) de sede celular transmitiendo tráfico primario no programado por al menos un canal primario, y comprendiendo el procedimiento:

- 5 determinar una capacidad residual de enlace directo de dicho transmisor, o transmisores (42) de sede celular;
determinar una potencia total de transmisión requerida;

10 programar, por medio de un programador (12) de canales, el tráfico secundario en un conjunto de al menos un canal secundario, según dicha capacidad residual de enlace directo de dicho transmisor, o transmisores (42), de sede celular y dicha potencia total de transmisión requerida.

15 19. El procedimiento de la reivindicación 18, en el cual dicha etapa de programación comprende la programación de dicho tráfico secundario según una velocidad de datos requerida.

20 20. El procedimiento de la reivindicación 19, en el cual dicha etapa de programación comprende la programación de dicho tráfico secundario de acuerdo a una potencia de compensación de dicho transmisor, o transmisores (42), de sede celular.

25 21. El procedimiento de la reivindicación 19, comprendiendo adicionalmente dicho procedimiento la etapa de cambiar dicha velocidad de datos de dicho tráfico secundario programado durante un periodo de programación.

30 22. El procedimiento de la reivindicación 18, comprendiendo adicionalmente dicho procedimiento la etapa de reprogramar dicho tráfico secundario cada K tramas, donde K es un entero.

35 23. El procedimiento de la reivindicación 22, en el cual K es igual a uno.

40 24. El procedimiento de la reivindicación 18, comprendiendo adicionalmente dicho procedimiento la etapa de reprogramar dicho tráfico secundario tras la recepción de una solicitud de datos desde una estación remota.

45 25. El procedimiento de la reivindicación 18, en el cual dicha etapa de programación comprende la programación de dicho tráfico secundario de acuerdo a una potencia de compensación de dicho transmisor, o transmisores (42), de sede celular.

50 26. El procedimiento de la reivindicación 18, comprendiendo adicionalmente dicho procedimiento la etapa de cambiar dicha potencia total de transmisión durante un periodo de programación.

55 27. El procedimiento de la reivindicación 18, en el cual dicha etapa de programación comprende la programación, por medio de dicho programador (12) de canales, de dicho tráfico secundario sobre un conjunto temporalmente reducido de canales secundarios en respuesta a un cambio en las condiciones del enlace directo.

60 28. El procedimiento de la reivindicación 27, comprendiendo adicionalmente dicho procedimiento la etapa de transmitir una indicación de la velocidad de datos en una misma trama, según dicho programador (12) de canales programa dicho tráfico secundario sobre dicho conjunto temporalmente reducido de canales secundarios.

65 29. El procedimiento de la reivindicación 27, comprendiendo adicionalmente dicho procedimiento la etapa de transmitir una indicación de la velocidad de datos en una trama, dos tramas antes de que dicho programador (12) de canales programe dicho tráfico secundario sobre dicho conjunto temporalmente reducido de canales secundarios.

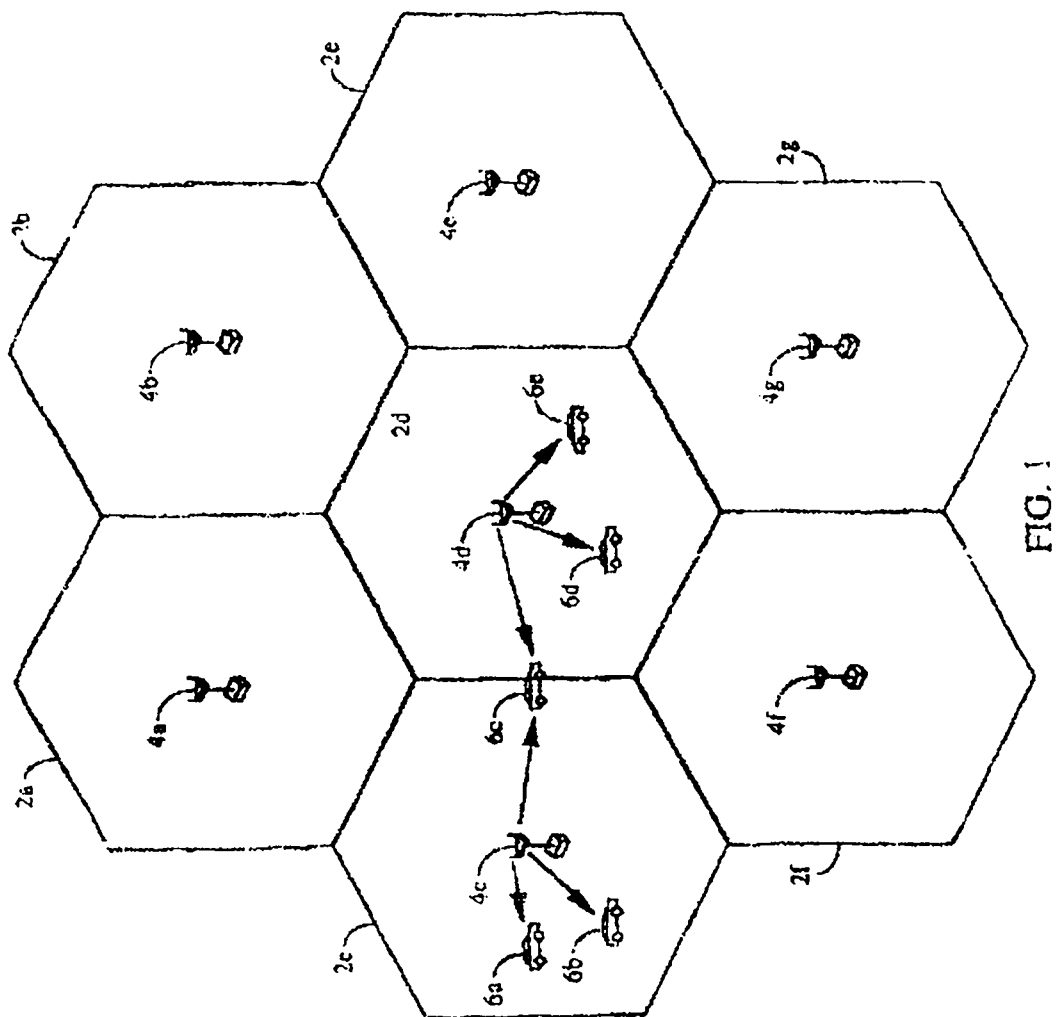
70 30. El procedimiento de la reivindicación 18, comprendiendo adicionalmente dicho procedimiento la etapa de predecir, por medio del programador (12) de canales, una velocidad requerida de datos de transmisión, basándose en una velocidad anterior de datos de transmisión.

75 31. El procedimiento de la reivindicación 18, comprendiendo adicionalmente dicho procedimiento la etapa de predecir, por medio del programador (12) de canales, una potencia de transmisión requerida, basándose en una potencia anterior de transmisión.

80 32. El procedimiento de la reivindicación 18, en el cual dicha etapa de programación comprende la programación, por medio de dicho programador (12) de canales, de dicho tráfico secundario sobre una pluralidad de conjuntos disconexos de canales secundarios.

85 33. El procedimiento de la reivindicación 18, en el cual dicha etapa de programación comprende la programación, por medio de dicho programador (12) de canales, de dicho tráfico secundario sobre una pluralidad de conjuntos superpuestos de canales secundarios.

90 34. El procedimiento de la reivindicación 18, comprendiendo adicionalmente dicho procedimiento la etapa de seleccionar, por medio del programador (12) de canales, dichos canales secundarios de forma pseudoaleatoria.



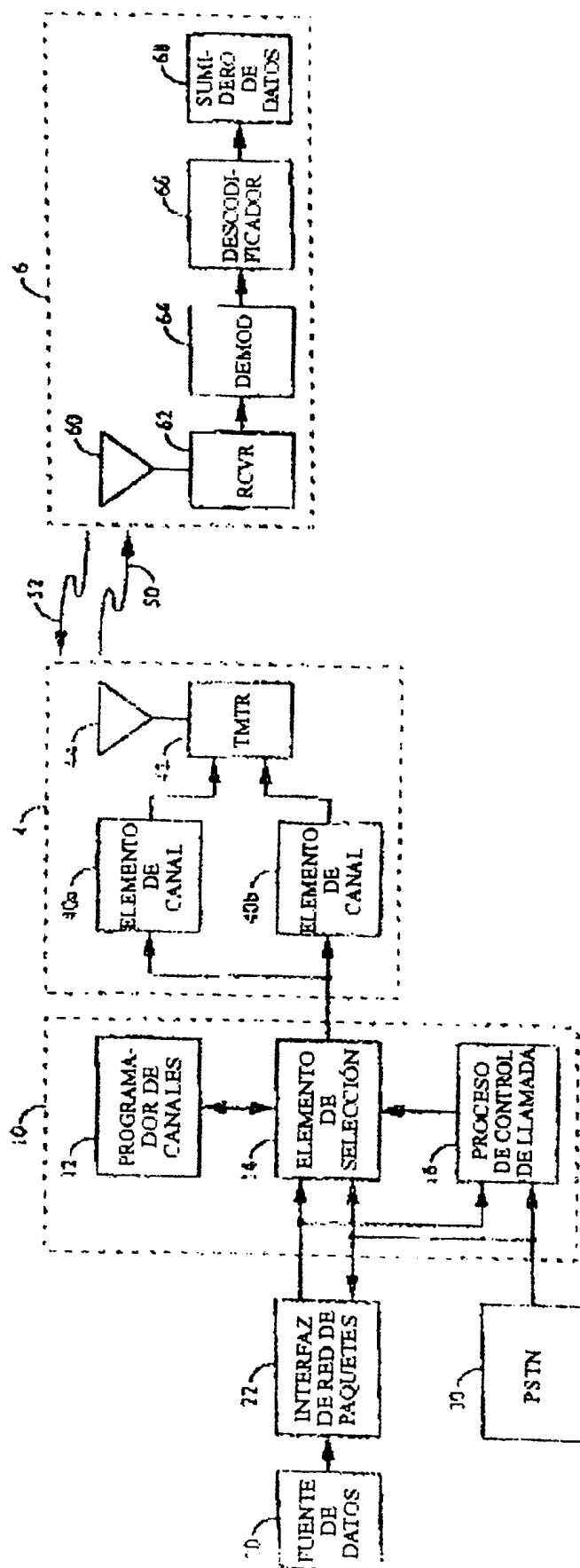


FIG. 2

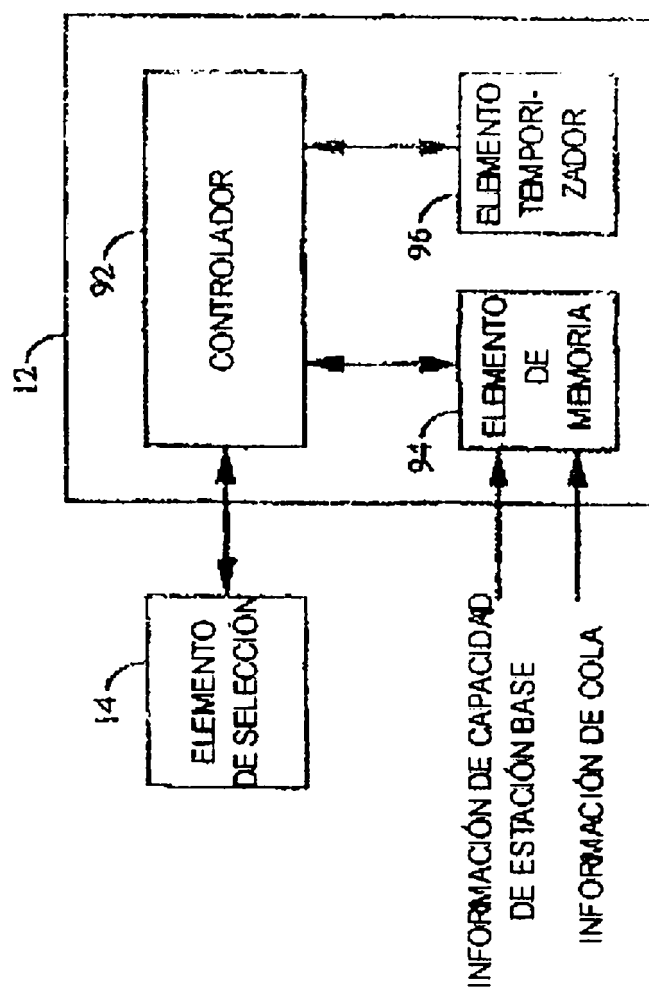


FIG. 3

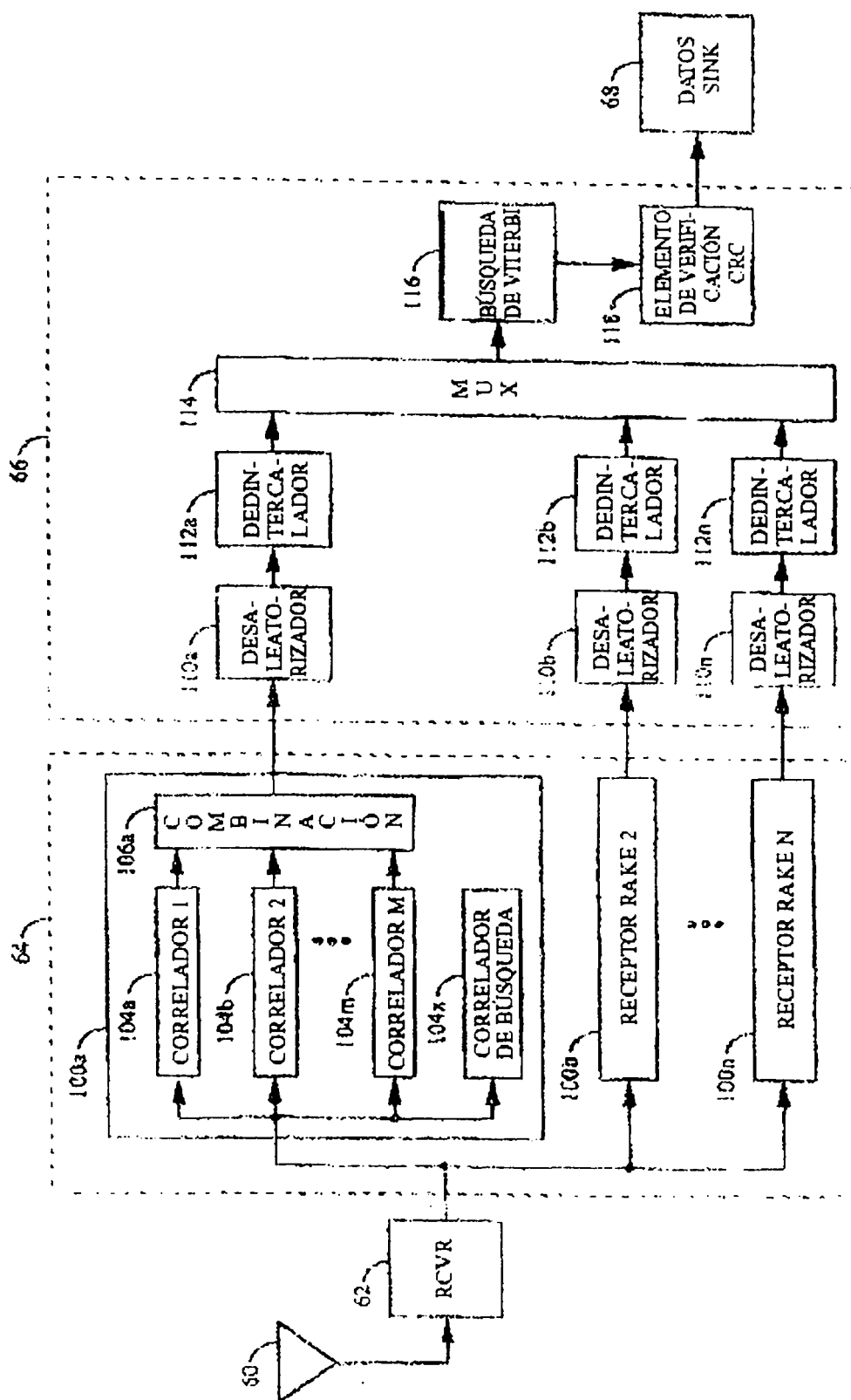


FIG. 4

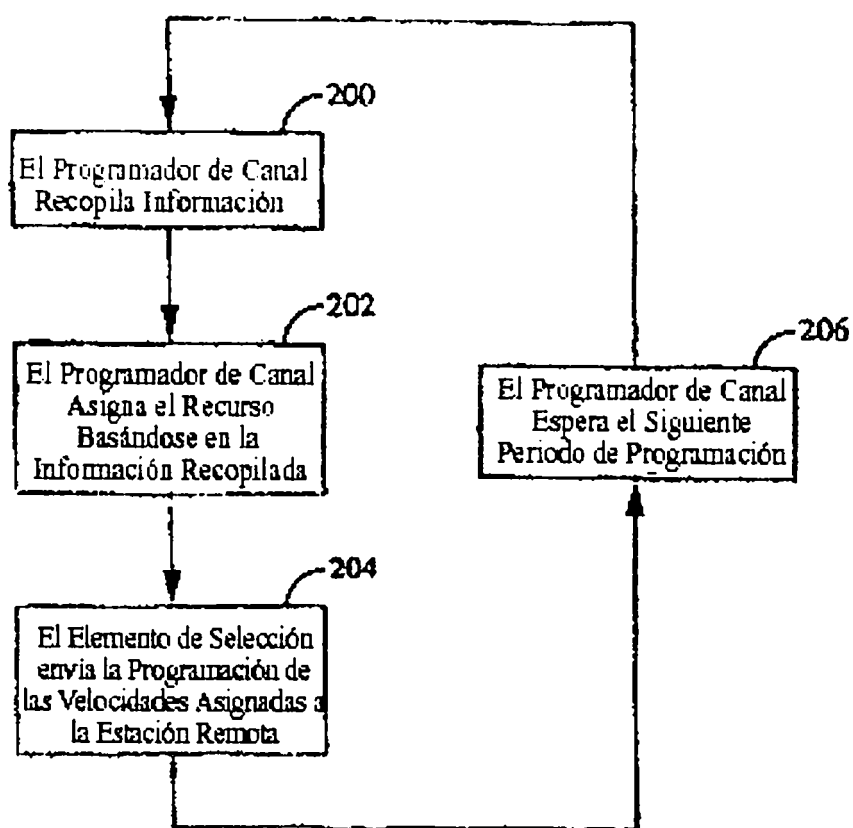


FIG. 5

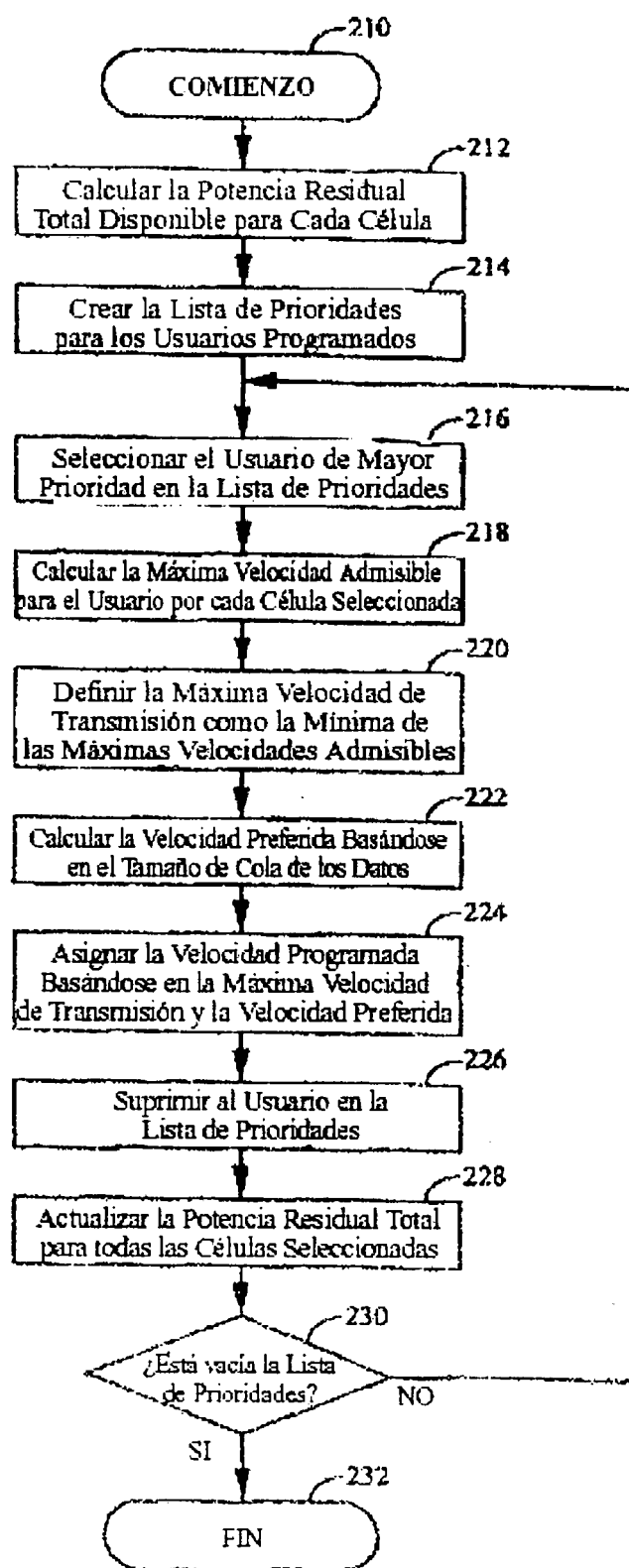


FIG. 6

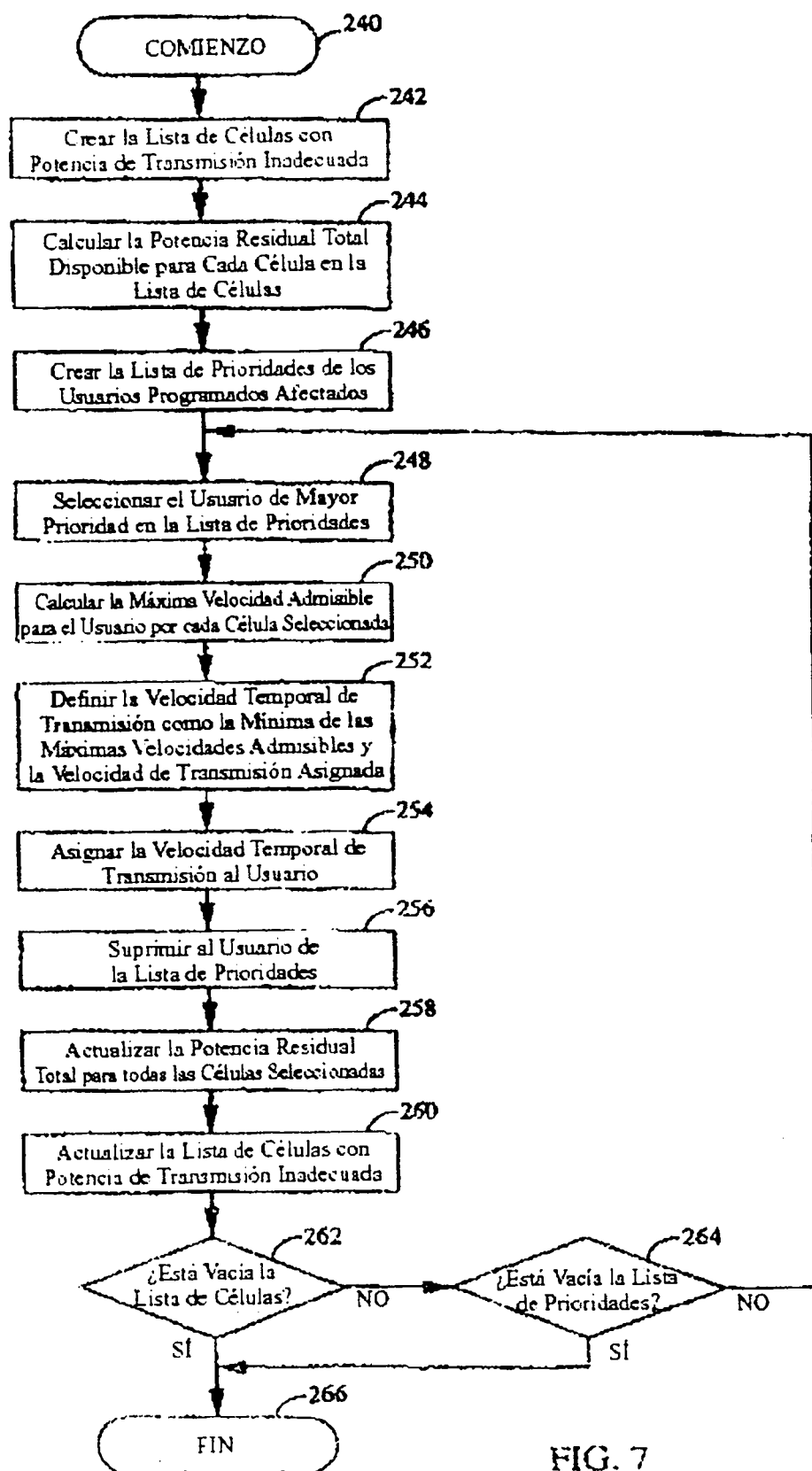


FIG. 7

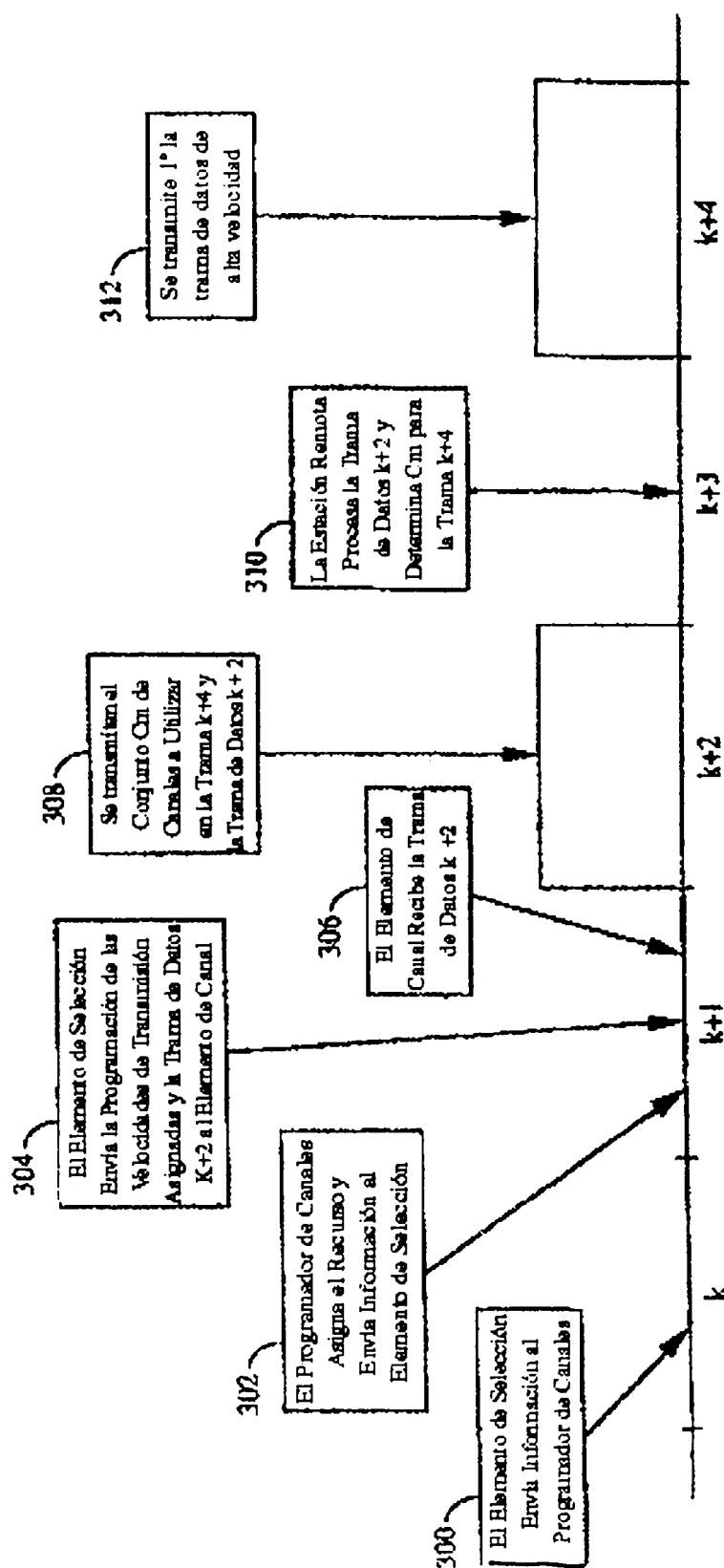


FIG. 8

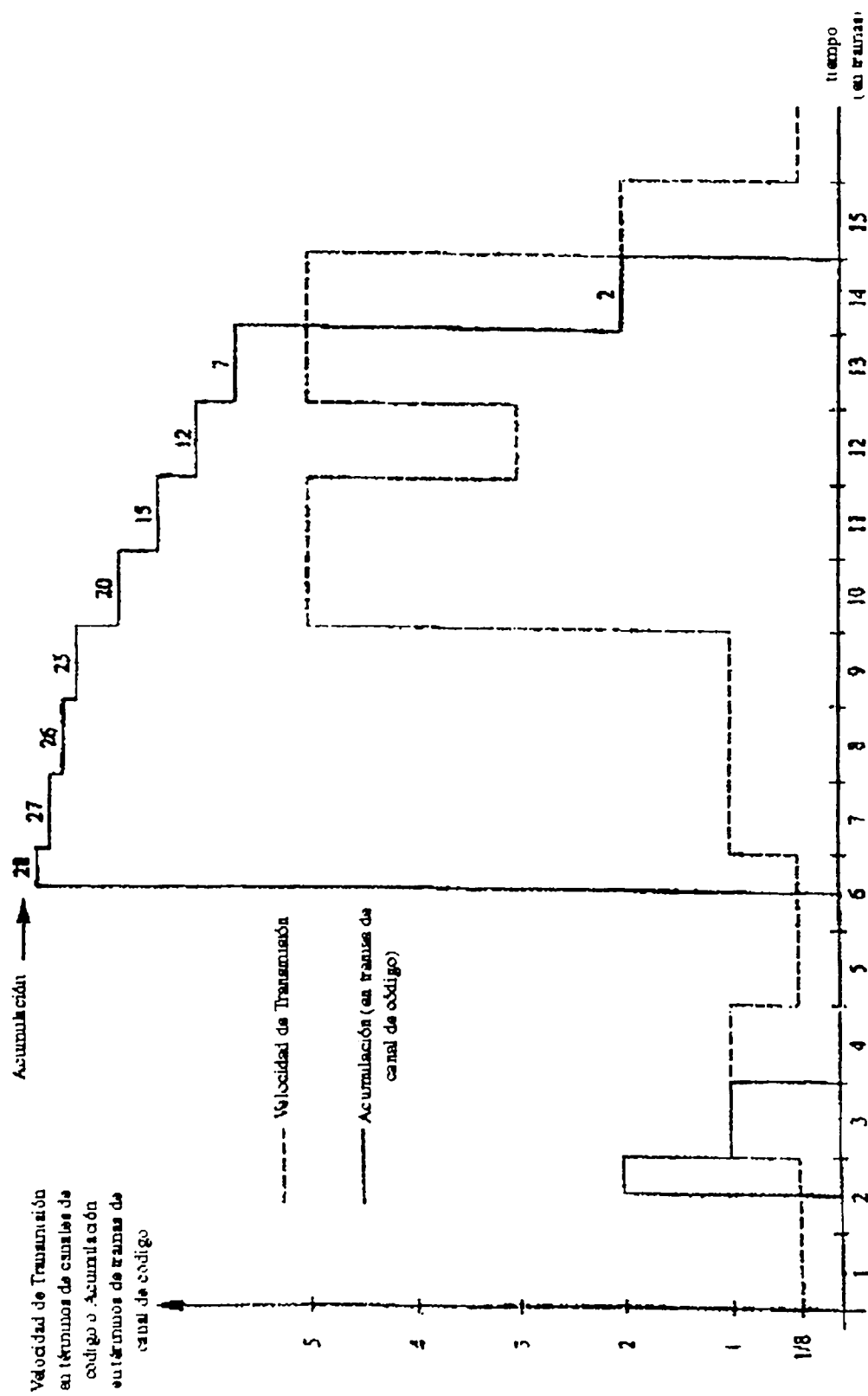


FIG. 9