(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 387 766**

(51) Int. CI.:
H04L 1/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **02777322 .5**
(96) Fecha de presentación: **21.10.2002**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1459468**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **22.09.2004**

(54) Título: **Método y aparato para transmitir datos**

(30) Prioridad:
15.12.2001 GB 0130094

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.10.2012

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.10.2012

(73) Titular/es:
Motorola Mobility, Inc.
600 North US Highway 45
Libertyville, IL 60048 , US

(72) Inventor/es:
LOPES, Luis;
MOLKDAR, Davood y
FEATHERSTONE, Walter

(74) Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

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

Método y aparato para transmitir datos

Campo de la Invención

Esta invención se refiere a un método y un aparato para transmitir datos.

Antecedentes de la Invención

En sistemas de comunicación radioeléctricos, tales como los sistemas de comunicación celular móvil, la transmisión de datos se ha generalizado, y para explotar plenamente los recursos radioeléctricos escasos ha adquirido cada vez más importancia controlar la transmisión de tal modo que se optimice el caudal de datos.

En un sistema de comunicación celular, cada uno de los terminales remotos (tales como estaciones móviles, unidades de abonado, terminales de usuario, etc.) comunica habitualmente con una estación base fija. La comunicación desde el terminal remoto a la estación base se conoce como enlace ascendente, y la comunicación desde la estación base al terminal remoto se conoce como enlace descendente. El área de cobertura total del sistema está dividida en una serie de celdas independientes, cada una cubierta fundamentalmente por una sola estación base. Habitualmente las celdas son geográficamente diferentes, con un área de cobertura solapada entre células vecinas. La figura 1 muestra un sistema de comunicación celular 100. En el sistema, la estación base 101 comunica con una serie de terminales remotos 103 sobre canales radioeléctricos 105. En el sistema celular, la estación base 101 cubre usuarios dentro de cierta área geográfica 107, mientras que otras áreas geográficas 109, 111 están cubiertas mediante otras estaciones base 113, 115.

Cuando un terminal remoto se desplaza desde un área de cobertura de una celda al área de cobertura de otra celda, el enlace de comunicación pasará de ser un enlace entre el terminal remoto y la estación base de la primera celda, a serlo entre el terminal remoto y la estación base de la segunda celda. Esto se conoce como traspaso. Específicamente, algunas celdas pueden estar situadas totalmente dentro de la cobertura de otras celdas mayores.

Todas las estaciones base están interconectadas mediante una red fija. Esta red fija comprende líneas de comunicación, conmutadores, interfaces a otras redes de comunicación y varios controladores necesarios para hacer funcionar la red. Las propias estaciones base pueden considerarse asimismo parte de la red. Una llamada desde un terminal remoto es encaminada a través de la red fija hasta el destino específico para esta llamada. Si la llamada es entre dos terminales remotos del mismo sistema de comunicación, la llamada será encaminada a través de la red fija hasta la estación base de la celda en la que está actualmente el otro terminal remoto. De este modo, se establece una conexión entre las dos celdas en servicio a través de la red fija. Alternativamente, si la llamada es entre un terminal remoto y un teléfono conectado a la red telefónica pública conmutada (PSTN, Public Switched Telephone Network), la llamada es encaminada desde la estación base en servicio hasta la interfaz entre el sistema de comunicación móvil celular y la PSTN. A continuación, es encaminada desde la interfaz hasta el teléfono mediante la PSTN.

Un sistema de comunicación móvil celular es asignado a un espectro de frecuencias para la comunicación radioeléctrica entre los terminales remotos y las estaciones base. El espectro ha de ser compartido entre todos los terminales remotos que utilizan simultáneamente el sistema.

Un método para compartir este espectro es mediante una técnica conocida como acceso múltiple por división de código (CDMA, Code Division Multiple Access). En un sistema de comunicación CDMA de secuencia directa (DS-CDMA, Direct Sequence CDMA), antes de ser transmitidas las señales son multiplicadas por un código de frecuencia de valor elevado, de manera que la señal es ensanchada sobre un espectro de frecuencia mayor. Por lo tanto, una señal de banda estrecha es ensanchada y transmitida como una señal de banda ancha. En el receptor, la señal de banda estrecha original es regenerada mediante la multiplicación de la señal recibida por el mismo código. En el receptor, una señal ensanchada mediante la utilización de un código diferente no será desensanchada sino que continuará como señal de banda ancha. Por lo tanto, en el receptor la mayor parte de la interferencia provocada por señales interferentes recibidas en el mismo espectro de frecuencias de la señal deseada puede eliminarse mediante filtrado. Por consiguiente, pueden alojarse en el mismo espectro de banda ancha una serie de terminales remotos, mediante asignar códigos diferentes para terminales remotos diferentes. Los códigos se eligen para minimizar la interferencia provocada entre terminales remotos, habitualmente mediante la elección de códigos ortogonales cuando ello es posible. Puede encontrarse una descripción más completa de los sistemas de comunicación CDMA en la publicación 'Spread Spectrum CDMA Systems for Wireless Communications' ('sistemas CDMA de espectro ensanchado para comunicaciones inalámbricas'), Glisic & Vucetic, Artech House Editores, 1997, ISBN 0-89006-858-5. Ejemplos de sistemas de comunicación celular CDMA son IS 95, estandarizado en Norteamérica, y el sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS, Universal Mobile Telecommunication System), actualmente bajo estandarización en Europa.

El tráfico tradicional en los sistemas de comunicación celular móvil ha consistido en datos de voz con conmutación de circuitos, en donde se establece un enlace permanente entre las partes en comunicación. En el futuro, se contempla que se incrementará sustancialmente la comunicación de datos y, típicamente, los requisitos para que un terminal remoto transmita datos serán no continuos sino a intervalos irregulares. Por consiguiente, es ineficiente tener un enlace continuo establecido entre usuarios. Un ejemplo de un sistema basado en paquetes es el servicio general de radiocomunicaciones por paquetes (GPRS, General Packet Radio Service) introducido en el sistema global para comunicaciones móviles (GSM, Global System for Mobile communication). Pueden encontrarse más detalles sobre sistemas de paquetes de datos en la publicación 'Understanding data communications: from fundamentals to networking' ('comprendiendo las comunicaciones de datos: desde los fundamentos hasta la creación de redes'), segunda edición, John Wiley editores, autor Gilbert Held, 1997, ISBN 0-471-96820-X.

En los sistemas inalámbricos de datos por paquetes de este tipo, se utilizan esquemas de retransmisión para asegurar que se reciben sin errores los paquetes de datos. Uno de estos métodos es un esquema de petición automática (ARQ), en el que el receptor determina si se ha recibido algún error en los paquetes de datos, y en caso afirmativo solicita la retransmisión de los paquetes con error.

Por lo tanto, los mecanismos ARQ se utilizan para asegurar la transferencia de mensaje sin errores entre dos entidades. El extremo de recepción transmite al extremo de transmisión un mensaje de retroalimentación, denominado un mensaje ACK/NACK (ACKnowledge/ Not ACKnowledge, acusado/no acusado), para indicar la recepción correcta o incorrecta de los paquetes transmitidos. El mecanismo ARQ permite que el sistema funcione a una tasa de errores de paquetes mayor, denominada tasa de errores de bloque (BLER, Block Error Rate). Se da a conocer un ejemplo de un sistema de comunicación de este tipo en el documento WO 01/78489A.

En un sistema de datos en paquetes de tasa múltiple, se contemplan dos tipos de técnicas ARQ. La primera está basada en la asignación, a un usuario, de un código que se corresponde con su estado radioeléctrico, a un valor de rendimiento especificado. Esto se denomina una adaptación de enlace (LA, Link Adaptation) pura. El segundo método se basa en la asignación de la máxima velocidad de código a un usuario, pero mejorando su rendimiento de enlace mediante la combinación por código de los paquetes corruptos. Esta combinación por código se lleva a cabo mediante la descodificación de la señal recibida utilizando bits de datos reunidos a lo largo de una serie de paquetes de datos. Esto se denomina redundancia incremental (IR, Incremental Redundancy) pura. En la práctica, se utilizarán LA/IR combinadas, debido a las limitaciones de protocolo del equipamiento físico y las capas superiores. En este modo, mientras que IR puede tener lugar, el usuario es asignado al mejor esquema de codificación de forma regular. Un ejemplo de un sistema de comunicación que utiliza estas técnicas es GPRS mejorado (EGPRS, Enhanced GPRS), que está siendo introducido en muchos sistemas GSM. Una descripción más detallada de EGPRS está disponible en el documento "EDGE: enhanced data rates for GSM and TDMA/136 evolution" ("EDGE: velocidades de transferencia de datos mejoradas para GSM y evolución TDMA/136") de Furuskar, A.; Mazur, S.; Muller, F.; Olofsson, H., en IEEE Personal Communications; volumen 63, junio de 1999.

En los sistemas inalámbricos de paquetes de datos de este tipo, es esencial que los mensajes o paquetes de datos se comuniquen de manera fiable, pero con un mínimo de requisitos de recursos. Por ejemplo en un sistema GSM, es deseable comunicar a velocidades de transferencia de datos de canal elevadas y por lo tanto a bajos niveles de codificación, pero al mínimo nivel de potencia posible para reducir la interferencia.

En un sistema de datos en paquetes multicódigo, tal como GPRS, el algoritmo de asignación de código es el punto central de optimización del caudal y el retardo de un usuario, y del sistema como un todo. La adaptación de enlace es el proceso de selección del mejor esquema de codificación que satisface un rendimiento objetivo, en función de las condiciones de canal predominantes. Sin embargo, las imprecisiones en la estimación del canal impiden la selección del código óptimo, lo que tiene como resultado una adaptación de enlace imperfecta.

Por consiguiente, estos sistemas conocidos son ineficientes en términos de la utilización de los recursos, y por lo tanto se desea un sistema mejorado para la transmisión de datos.

Resumen de la invención

La invención persigue dar a conocer una mejora en el rendimiento y la utilización de los recursos de una comunicación radioeléctrica.

Por consiguiente, se da a conocer un método de transmisión de datos acorde con la reivindicación 1.

De acuerdo con una característica de la invención, la etapa de determinación de la medición de la distribución del rendimiento comprende ponderar la información de retroalimentación de cada segmento de datos dentro del grupo de análisis, en respuesta al intervalo de tiempo transcurrido desde que fue transmitido el segmento de datos, y la etapa de seleccionar un esquema de transmisión a partir del protocolo de transmisión para, por lo menos, el

segmento de datos subsiguiente comprende seleccionar el esquema de transmisión que la medición de la distribución del rendimiento indique que conseguirá un rendimiento de error dado.

De acuerdo con otra característica de la invención, se escogen esquemas de transmisión para una serie de segmentos de datos subsiguientes, con objeto de proporcionar una variación de energía por bit de información, distribuida en torno a un valor de energía por bit de información, determinado en respuesta a la medición de la distribución del rendimiento.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se da a conocer un aparato acorde con la reivindicación 8 para transmitir datos en un sistema de comunicación radioeléctrico, que comprende: medios para segmentar datos en segmentos de datos; medios para codificar los segmentos de datos en bloques de transmisión, de acuerdo con un esquema de transmisión seleccionado a partir de un protocolo de transmisión que comprende una serie de esquemas de transmisión con diferentes niveles de energía por bit de información; medios para transmitir dichos bloques de transmisión sobre un canal de comunicación radioeléctrica; medios para determinar un grupo de análisis de segmentos de datos, de tal modo que el grupo de análisis comprende por lo menos dos segmentos de datos que tienen bloques de transmisión codificados según esquemas de transmisión diferentes con niveles de energía por bit de información diferentes; medios para recibir información de retroalimentación relativa al grupo de análisis; medios para determinar una medición de la distribución del rendimiento con respecto al grupo de análisis, en respuesta a la información de retroalimentación; y medios para seleccionar un esquema de transmisión a partir del protocolo de transmisión, para, por lo menos, un segmento de datos subsiguiente, en respuesta a la medición de la distribución del rendimiento.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describe una realización de la presente invención, solamente a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos, en los cuales:

la figura 1 es una ilustración de un sistema de comunicación celular acorde con la técnica anterior;

la figura 2 es una ilustración de un aparato para transmisión de datos acorde con una realización de la invención;

la figura 3 es una ilustración de un diagrama de flujo de un método de transmisión de datos acorde con una realización de la invención; y

la figura 4 muestra un ejemplo de una medición de la distribución del rendimiento acorde con una realización de la invención.

Descripción detallada de una realización preferida

La figura 2 muestra un aparato 200 para transmisión de datos, acorde con una realización de la invención.

El aparato recibe datos desde una fuente de datos 201, que habitualmente es una fuente de datos externa. La fuente de datos 201 puede ser cualquier fuente adecuada para producir datos tal como, por ejemplo, un codificador de voz, un terminal de ordenador remoto o un codificador de video. Los datos están representados por una cadena, una secuencia o un flujo de bits de información a una velocidad de transferencia de datos dada.

Los datos son recibidos mediante un segmentador 203 de datos, que segmenta los datos en segmentos de datos que contienen, cada uno, un número dado de bits de información. Cada uno de estos segmentos de datos será transmitido en un bloque de transmisión o paquete de datos independiente. Habitualmente cada segmento de datos es transmitido en un solo paquete de datos, pero en algunas realizaciones un segmento de datos puede ser transmitido en múltiples paquetes. El número de bits de datos contenidos dentro de cada segmento de datos dependerá del diseño del sistema de comunicación, teniendo en cuenta parámetros tales como el caudal, el retardo, la fiabilidad de la transmisión, etc. Habitualmente el número de bits de información en cada segmento de datos es predeterminado e idéntico para todos los segmentos de datos, pero en algunas realizaciones puede variarse dinámicamente y/o ser diferente para diferentes segmentos de datos o bloques de transmisión.

Los segmentos de datos son alimentados a un codificador 205 de transmisión, que formatea los segmentos de datos para su transmisión sobre un canal radioeléctrico 214. Este formateo se lleva a cabo bajo el control de un controlador 207 de transmisión, conectado operativamente al codificador 205 de transmisión. El controlador 207 de transmisión está conectado a una memoria 209 de datos de protocolos de transmisión, que comprende una serie de esquemas de transmisión predeterminados.

El codificador 205 de transmisión formatea los segmentos de datos para su transmisión, de acuerdo con el esquema de transmisión seleccionado por el controlador de transmisión a partir de la memoria 209 de datos de protocolos de

transmisión. Este esquema de transmisión incluye un valor predeterminado para uno o más de los parámetros siguientes:

Un esquema de modulación: diferentes esquemas de transmisión pueden tener diferentes esquemas de modulación de tal modo que, por ejemplo, un esquema de transmisión puede utilizar modulación por desplazamiento de fase mientras que otro sistema puede utilizar espectro ensanchado o modulación de amplitud en cuadratura (QAM, Quadrature Amplitude Modulation). La energía por bit de información puede ser diferente para esquemas de modulación diferentes.

Un orden de los símbolos de canal: diferentes esquemas de transmisión pueden asimismo utilizar órdenes diferentes de los símbolos de canal. Por lo tanto, si se utiliza QAM, un esquema de transmisión puede utilizar BPSK (Binary Phase Shift Keying, modulación por desplazamiento de fase binaria) o QPSK (Quaternary Phase Shift Keying, modulación por desplazamiento de fase en cuadratura), mientras que otros esquemas pueden utilizar, por ejemplo, 64-QAM (en el que un símbolo de canal corresponde a 8 bits de canal).

Un código de corrección de errores: pueden utilizarse diferentes códigos de corrección de errores en esquemas de transmisión diferentes. En un típico esquema de corrección de errores, cada bit de información es codificado en una serie de bits de canal. Un codificador de frecuencia 1/2 generará dos bits de canal por cada bit de información y un codificador de 1/3 generará tres bits de canal por cada bit de información. Específicamente, algunos esquemas de transmisión pueden no utilizar codificación de corrección de errores.

Un código o factor de ensanchamiento: para modulación de espectro ensanchado, el factor de ensanchamiento puede ser diferente en esquemas de transmisión diferentes.

Una velocidad de transferencia de datos de canal o duración de bit: diferentes esquemas de transmisión pueden tener diferentes velocidades de transferencia de datos de canal o duraciones de bit. Por ejemplo, un esquema de transmisión puede utilizar una velocidad binaria de canal de 64 kbps, mientras que otro esquema de transmisión puede especificar una velocidad de transferencia de datos de 128 kbps.

Potencia de transmisión: la potencia a la que la señal es transmitida puede ser diferente para esquemas de transmisión diferentes.

Los esquemas de transmisión tienen configuraciones diferentes para uno o varios de estos parámetros, y seleccionando un esquema de transmisión pueden escogerse parámetros adecuados para la transmisión bajo las condiciones actuales de proporción radioeléctrica. Específicamente, por lo menos algunos de los esquemas de transmisión tendrán niveles diferentes de energía por bit de información. Un segmento de datos tendrá un cierto número de bits de datos N. En función del tiempo de transmisión eficaz de los bloques de transmisión para este segmento T y la potencia de transmisión P, este segmento de datos tendrá una energía por bit de información eficaz de

$$E_{InfBit} = \frac{P \cdot T}{N}$$

Tal como es bien sabido en la técnica, la energía por bit de información puede variarse en esquemas de transmisión diferentes mediante, por ejemplo, tener diferentes potencias de transmisión, diferentes duraciones del bit de canal, diferentes esquemas de codificación de errores (para un código de frecuencia superior, son enviados más símbolos de canal por bit de información, incrementando de ese modo la energía por bit de información para una duración constante de bit de canal), símbolos de canal de diferente orden (para los símbolos de orden superior se transmiten más bits de canal mediante un solo símbolo, reduciendo de ese modo la energía por bit de canal y, por lo tanto, la energía por bit de información para codificación de errores, duración de símbolo, etc., constantes). Generalmente, el rendimiento de error mejora para valores de energía por bit de información mayores y, por lo tanto, teniendo diferentes esquemas de transmisión con diferentes valores de energía por bit de información, es posible controlar el rendimiento de error en respuesta a las condiciones predominantes de propagación radioeléctrica, mediante seleccionar dinámicamente un esquema de transmisión adecuado.

El codificador 205 de transmisión está acoplado operativamente a un transmisor radioeléctrico 211 que transmite los bloques de transmisión a una estación radioeléctrica remota 216 sobre una interfaz radioeléctrica 214. El transmisor 211 está conectado a una antena 213 a través de un duplexor 215 que permite que un receptor 217 y un transmisor 211 estén conectados a la misma antena, tal como es bien sabido en la técnica. Resultará evidente que la división exacta de la funcionalidad entre el codificador 205 de transmisión y el transmisor 211 puede ser diferente en realizaciones diferentes y, específicamente, estos pueden implementarse como una sola unidad funcional integrada. En una realización preferida, el codificador 205 de transmisión genera los datos de canal para los bloques de

transmisión mediante añadir cabeceras, secuencias de entrenamiento, corrección de errores hacia adelante, codificación, entrelazado, etc., mientras que la modulación, la traslación de frecuencias y la amplificación se llevan a cabo en el transmisor 211.

A través del duplexor, la antena 213 está conectada al receptor 217 operativo para recibir mensajes desde la estación radioeléctrica remota 216. El receptor 217 está conectado a un procesador 219 de análisis. El procesador 219 está conectado asimismo al segmentador 203 de datos, al codificador 205 de transmisión y al controlador 207 de transmisión, y es operativo para controlar la transmisión de los bloques de transmisión en respuesta a la información de retroalimentación recibida desde la estación radioeléctrica remota 216, tal como se describirá a continuación.

La figura 3 es una ilustración de un diagrama de flujo de un método de transmisión de datos, de acuerdo con una realización de la invención. La figura 3 muestra el funcionamiento del aparato de la figura 2 en la realización preferida.

La figura 3 muestra una realización con dos flujos paralelos que interactúan entre sí. En la etapa 301, el segmentador 203 de datos recibe datos desde la fuente 201 de datos y los segmenta en una serie de segmentos de datos.

En la etapa 303, el codificador 205 de transmisión determina los esquemas de transmisión que han de ser utilizados para la transmisión. En la realización preferida, se transmite un bloque de transmisión por cada segmento de datos, y el esquema de transmisión para cada segmento de datos se determina en la etapa 303. El esquema de transmisión se elige de tal modo que pueda preverse un rendimiento de error dado para la transmisión. Sin embargo, los esquemas de transmisión no se eligen independientemente para cada bloque de transmisión. Por el contrario, los esquemas de transmisión se eligen de tal modo que para una serie de bloques de transmisión la energía por bit de información variará. Específicamente, en la realización preferida se utilizan esquemas de transmisión que tienen valores de parámetros idénticos, excepto para diferentes códigos de corrección de errores hacia adelante (FEC, forward error correcting) que se estén utilizando. En esta realización, los esquemas de transmisión se elegirán de tal modo que los algunos bloques de transmisión utilizarán un esquema FEC con una probabilidad muy baja de errores de bit, mientras que otros bloques de transmisión utilizarán códigos con una tasa de errores de bit significativamente superior. Los esquemas de transmisión se eligen de tal modo que algunos bloques de transmisión tendrán una FEC que se espera proporcione, bajo las condiciones dadas de propagación radioeléctrica, rendimientos de error mucho mejores que los requeridos, mientras que otros bloques de transmisión tienen esquemas FEC que se espera proporcionen un rendimiento de error peor que el requerido.

Un problema significativo en los sistemas de adaptación de enlace es que el rendimiento depende en gran medida de las estimaciones de las condiciones del canal radioeléctrico y, cuando las condiciones de propagación radioeléctrica cambian, los sistemas conocidos de adaptación de enlace pueden solamente detectar y seguir este cambio lentamente, ya que la retroalimentación procedente de la estación radioeléctrica de recepción estará retardada, lo que tiene como resultado un mal funcionamiento del bucle de control.

En la realización actual, se transmiten una serie de segmentos de datos que tienen diferentes niveles de energía por bit de información y por lo tanto diferentes rendimientos de error. Por consiguiente, en lugar de transmitir bloques de transmisión con un rendimiento de error dado por el punto de funcionamiento actual, los bloques de transmisión representan una distribución de rendimientos de error en torno al punto de funcionamiento. Como resultado, se mejora en gran medida la información relativa a las condiciones actuales del canal radioeléctrico y los bloques de transmisión proporcionan un medio mucho mejor para sondear el canal.

El rendimiento global de la comunicación se asegura mediante la utilización de un esquema de petición automática de repetición, de tal modo que la estación radioeléctrica remota 216 solicita la retransmisión de paquetes que no han sido recibidos con un rendimiento de error aceptable. La selección de los esquemas de transmisión se realiza de tal modo que la variación del rendimiento de FEC es suficiente para proporcionar una buena medición de las condiciones del canal, pero obteniéndose un rendimiento de error global aceptable. Preferentemente, esto se realiza actualizando dinámicamente la selección de los esquemas de transmisión, en respuesta al número de peticiones de repetición de transmisión recibidas desde las estaciones remotas. Como un ejemplo específico, si se reciben demasiadas peticiones de repetición de transmisión se modifica la distribución de los esquemas de transmisión en torno al punto de funcionamiento, de tal manera que se transmiten menos bloques de transmisión con peor rendimiento y más con mejor rendimiento.

En base a la selección de los esquemas retransmisión apropiados, los segmentos de datos son codificados en bloques de transmisión apropiados en la etapa 305 y transmitidos en la etapa 307. A continuación, se itera el flujo de estas cuatro etapas 301, 303, 305 y 307.

Tras la recepción de un bloque de transmisión correspondiente a un segmento de datos, la estación radioeléctrica remota 216 evalúa el rendimiento de error y genera información de retroalimentación, que a continuación es transmitida de vuelta al aparato de transmisión. Esta información de retroalimentación puede ser cualquier información relacionada con la recepción de los bloques de transmisión, que permita al aparato de transmisión obtener información acerca del rendimiento de las comunicaciones del enlace de comunicación. En la realización preferida, la información es simplemente el estado ACK/NACK de cada bloque de transmisión recibido y, en esta realización, cada vez que la estación radioeléctrica remota recibe un bloque de transmisión determina su estado ACK/NACK y envía un mensaje de vuelta al aparato de transmisión.

En la etapa 309, el receptor 217 recibe la información de retroalimentación procedente de la estación radioeléctrica remota.

En la etapa 311, se determina un grupo de análisis. La invención contempla que pueda determinarse cualquier selección adecuada del grupo de análisis. En la realización preferida, el grupo de análisis se determina simplemente como los últimos N segmentos de datos, pero en realizaciones más complicadas pueden utilizarse selecciones más complejas que incluyen cambiar dinámicamente el número de segmentos de datos incluidos. Específicamente, los grupos de análisis pueden solapar, de tal modo que los segmentos de datos individuales pueden pertenecer a más de un grupo de análisis.

En la etapa 313, el procesador de análisis determina una medición de la distribución del rendimiento. Esta medición de la distribución del rendimiento se refiere al rendimiento de error para un intervalo de niveles diferentes de energía por bit de información. La medición de la distribución se determina comparando la información de retroalimentación con respecto al esquema de transmisión que se ha utilizado. Por lo tanto, en su forma más simple el procesador de análisis agrupa todos los segmentos de datos en el grupo de análisis utilizando el mismo esquema de transmisión conjuntamente, y obtiene un rendimiento de error promedio a partir del estado ACK/NACK de cada segmento de datos notificado en la información de retroalimentación. Esto se repite para todos los esquemas de transmisión utilizados dentro del grupo de análisis, y de ese modo se obtiene un número de puntos de medición discretos en una distribución de rendimiento de error frente a energía por información. Si se requiere mayor granularidad o un intervalo extendido, esto puede conseguirse mediante interpolación y/o extrapolación utilizando, por ejemplo, técnicas de ajuste de curvas, tal como es bien sabido en la técnica.

La figura 4 muestra un ejemplo de una medición de la distribución del rendimiento, acorde con una realización de la invención. En el ejemplo, se utilizan 6 esquemas de transmisión dentro de un grupo de análisis, teniendo el esquema de transmisión 1 la energía por bit de información mínima y el esquema de transmisión 6 la máxima. La figura 1 muestra dos ejemplos de mediciones de la distribución del rendimiento que pueden obtenerse. En el primer ejemplo, la curva 1 muestra una situación en la que las características de propagación son peores de lo previsto, y en el segundo ejemplo la curva 2 muestra una situación en la que las características de propagación son mejores de lo previsto. Como un ejemplo específico, la medición de la distribución del rendimiento puede haberse determinado en función de un grupo de análisis de 20 segmentos de datos que comprenden 5 segmentos de datos codificados mediante el esquema de transmisión 3, 5 segmentos de datos mediante el esquema 4, 3 segmentos de datos mediante los esquemas 2 y 5 respectivamente, y 2 segmentos de datos mediante los esquemas 1 y 6 respectivamente.

En el ejemplo uno, se encuentra que solamente los esquemas de transmisión 1 y 2 proporcionan un rendimiento que satisface la tasa de errores de bit de información objetivo, mientras que los otros esquemas de transmisión tienen tasas de errores de bit mucho mayores que la tasa de errores objetivo. Específicamente, los esquemas de transmisión 5 y 6, que tienen respectivamente muy poca y ninguna codificación de corrección de errores hacia adelante, han dado como resultado una tasa de errores de bit de 0,5, es decir con la pérdida de toda la información. Por lo tanto, el punto de funcionamiento durante de este grupo de análisis debería haberse desplazado idealmente hacia los esquemas de transmisión de números más bajos, para conseguir una tasa global de errores de bit inferior a la tasa objetivo de errores de bit.

En el ejemplo dos, los esquemas de transmisión 1 a 4 presentan un rendimiento por debajo del objetivo, mientras que los esquemas de transmisión 5 y 6 están ligeramente por encima del umbral objetivo. Como consecuencia, la tasa global de errores de bit está muy por debajo de la tasa de errores de bit objetivo y, específicamente, los esquemas de transmisión 1 y 2 utilizan una codificación con corrección de errores tan potente que no hay errores de bit en absoluto. Por lo tanto, aunque la tasa de errores de bit está por debajo de la tasa objetivo de errores de bit, la comunicación es ineficiente en términos de recursos puesto que los esquemas de transmisión de números mayores tienen un caudal mayor de bits de información debido a las redundancias reducidas impuestas por la codificación de errores.

En la etapa 315, se determina el esquema de transición para, por lo menos, un segmento de datos posteriores y por lo tanto para el bloque o bloques de transmisión de dicho segmento de datos, en respuesta a la distribución de errores determinada en la etapa 313. En la realización preferida se eligen una serie de esquemas de transmisión para utilizar a una frecuencia en función de la distribución del rendimiento de error. Por lo tanto, si la distribución del

rendimiento muestra un rendimiento que indica que los esquemas de transmisión que no está previsto proporcionen un rendimiento suficiente, tienen de hecho un rendimiento aceptable debido al cambio de las condiciones de propagación, se incrementará la utilización de estos esquemas de transmisión. Análogamente, si los esquemas de transmisión que se espera proporcionen un rendimiento aceptable no lo hacen, se incrementará la utilización de los esquemas de transmisión que tienen una energía por bit de información de señal superior.

En el ejemplo de la curva 1 de la figura 4, la medición de la distribución del rendimiento indica que debe utilizarse un porcentaje mayor de los esquemas de transmisión de número inferior, que para el grupo de análisis medido. Por lo tanto puede determinarse, a modo de ejemplo para un grupo subsiguiente de 20 segmentos, que 3 segmentos de datos deberán utilizar el esquema 1, 6 segmentos el esquema 2, 6 segmentos el esquema 3, 3 segmentos el esquema 4, y que debe haber un segmento de datos que utilice el esquema 5 y otro el esquema 6. Por lo tanto, si las condiciones del canal radioeléctrico no cambian significativamente se obtiene un rendimiento mucho mejor en la consecución de la tasa global de errores de bit. Al mismo tiempo, utilizando una distribución de esquemas de transmisión se mejora sensiblemente el sondeo del canal y la información obtenida relativa a los cambios de canal. Por lo tanto, si las condiciones de propagación radioeléctrica cambian de tal modo que no es necesaria codificación, los segmentos de datos que utilizan los esquemas 5 y 6 se recibirán con un buen rendimiento frente a lo previsto, indicando de ese modo que se requiere un cambio importante en la selección de los esquemas de transmisión.

En el ejemplo, en correspondencia con la curva 2 de la figura 4, la distribución puede variarse para seleccionar 6 segmentos de datos para cada uno de los esquemas de transmisión 4 y 5, 3 segmentos de datos para cada uno de los esquemas de transmisión 3 y 6, y uno para cada uno de los esquemas de transmisión 1 y 2. Esto tendrá como resultado un caudal mayor para condiciones sin cambios, proporcionando no obstante una distribución que permita la exploración o el sondeo eficientes del canal.

La etapa de determinación de un esquema 303 de transmisión para un segmento de datos está controlada, por lo tanto, por la etapa de selección de esquemas 315 de transmisión, por cuanto que la última etapa determina la distribución de los esquemas de transmisión que se implementa mediante la selección de los esquemas de transmisión que se determinan para conseguir la distribución dada.

En la realización preferida, la etapa para determinar la medición de la distribución del rendimiento comprende ponderar la información de retroalimentación para cada segmento de datos comprendido en el grupo de análisis, en respuesta al intervalo temporal desde que fue transmitido el segmento de datos. De acuerdo con esta realización, el rendimiento de los segmentos de datos transmitidos al principio en el intervalo de transmisión del grupo de análisis se pondera relativamente menos que el rendimiento de los segmentos de datos transmitidos recientemente.

Resultará evidente que son igualmente aplicables otras disposiciones diferentes a los dos flujos paralelos que se muestran en la figura 3, tales como un sólo flujo secuencial, una serie de flujos sincronizados o flujos asíncronos. Por lo tanto, puede utilizarse cualquier sincronización adecuada y cualquier orden de las etapas, sin menoscabar la invención. Específicamente, las operaciones de configuración de los parámetros de transmisión, recepción de información de retroalimentación y realización del análisis, así como el momento y la duración del grupo de análisis, pueden llevarse a cabo en cualquier momento adecuado. Por lo tanto, cada operación puede sincronizarse independientemente de todas las demás operaciones, o puede depender de las otras operaciones y estar sincronizada con las mismas.

Por lo tanto, en un extremo, puede aplicarse una correlación estricta entre las operaciones, de tal modo que el grupo de análisis se define como un conjunto específico de segmentos de datos. En cuanto estos segmentos de datos son recibidos por la estación radioeléctrica remota 216, la información de retroalimentación relativa al rendimiento de este conjunto específico es generada por la estación radioeléctrica remota 216 y devuelta al aparato de transmisión 216. Al recibirse esta información, se realiza inmediatamente el análisis y, en función del mismo, se seleccionan esquemas de transmisión para un nuevo grupo de análisis que comprende un nuevo conjunto de segmentos de datos inmediatamente posterior al conjunto anterior de segmentos de datos.

En el otro extremo, los segmentos de datos pueden transmitirse continuamente sin tener en cuenta la sincronización de ningún análisis, mediante el controlador 205 de transmisión seleccionando esquemas de transmisión en función de la configuración actual. La información de retroalimentación puede recibirse desde la estación radioeléctrica remota 216 de manera semi-aleatoria ad hoc, en donde la estación radioeléctrica determina independientemente cuándo enviar información de retroalimentación. Esta información de retroalimentación puede simplemente ser almacenada en el aparato cuando es recibida. Independientemente de estas actividades, el procesador de análisis puede seleccionar un momento para llevar a cabo un nuevo análisis. Por ejemplo, éste podría ser a intervalos regulares o podría determinarse mediante otros factores externos, tales como cuando el aparato tenga recursos de procesador disponibles para llevar a cabo el análisis. El procesador de análisis iniciaría el análisis seleccionando un grupo dado de segmentos de datos de análisis. La sincronización y la duración del grupo de análisis puede ser completamente independiente de la transmisión de los segmentos de datos, la recepción de la información de retroalimentación y la sincronización del análisis. En una realización, esto puede determinarse en función de la cantidad de recursos de procesador que tenga actualmente disponibles el aparato, de tal modo que cuanto más

recursos de procesador estén disponibles mayor es el grupo de análisis. Inicialmente, el procesador de análisis recibirá datos relacionados con los esquemas de transmisión utilizados para los segmentos de datos del grupo de análisis, así como cualquier información de retroalimentación recibida relacionada con dichos segmentos de datos. En función de estos datos, el procesador de análisis llevará cabo el análisis y el resultado será alimentado el controlador 207 de transmisión que, en respuesta al mismo, modifica la regla actual aplicada para seleccionar esquemas de transmisión modificando, por lo tanto, las características de transmisión para la transmisión de los bloques de transmisión. A continuación, la regla modificada será aplicada hasta que se lleve a cabo un nuevo análisis, que puede ser antes o después, por ejemplo en función de factores externos tales como los recursos de procesador disponibles.

Los componentes y la funcionalidad descritos pueden implementarse de cualquier manera adecuada para proporcionar un aparato adecuado. Específicamente, los componentes pueden consistir en una única entidad discreta, o pueden formarse alternativamente adaptando componentes o partes existentes. De este modo, la adaptación requerida puede implementarse en forma de instrucciones implementables por ordenador almacenadas en un medio de memoria, tal como un disquete, un disco duro, PROM, RAM o cualquier combinación de estos u otros medios de almacenamiento. Además, la funcionalidad puede incrementarse en forma de equipamiento físico, soporte lógico inalterable, soporte lógico o cualquier combinación de los mismos.

Se comprenderá que la invención está dirigida a proporcionar las siguientes ventajas, por separado o en cualquier combinación:

- es posible una utilización muy eficiente de los recursos, puesto que puede escogerse la selección de los esquemas de transmisión para proporcionar un rendimiento satisfactorio bajo condiciones de propagación radioeléctrica cambiantes rápidamente, cuando se mide la distribución del rendimiento en lugar del rendimiento en un solo punto de funcionamiento

- puede obtenerse una estimación rápida y muy eficiente de las características de propagación del canal, cuando se utilizan una serie de esquemas de transmisión con diferentes niveles de energía por bit de información.

REIVINDICACIONES

1. Un método para transmitir datos en un sistema de comunicación radioeléctrica, que comprende las etapas de

segmentar (301) datos en segmentos de datos;

codificar (305) los segmentos de datos en bloques de transmisión, cada uno de acuerdo con un esquema de transmisión seleccionado a partir de un protocolo de transmisión que comprende una serie de esquemas de transmisión que tienen diferentes niveles de energía por bit de información;

transmitir dichos bloques de transmisión sobre un canal de comunicación radioeléctrica;

determinar (311) un grupo de segmentos de datos, de tal modo que el grupo comprende, por lo menos, dos segmentos de datos con bloques de transmisión codificados según esquemas de transmisión diferentes con niveles diferentes de energía por bit de información;

recibir (309) información de retroalimentación relativa a la recepción de los bloques del grupo;

determinar (313) una medición de la distribución del rendimiento con respecto al grupo, en respuesta a dicha información de retroalimentación; y

seleccionar (315) un esquema de transmisión a partir del protocolo de transmisión para, por lo menos, un segmento de datos subsiguiente, en respuesta a la medición de la distribución del rendimiento; en el que dicha serie de esquemas de transmisión que tienen diferente energía por bit de información utilizan diferentes códigos de corrección de errores.

2. Un método de transmisión de datos, acorde con la reivindicación 1, en el que dicha serie de esquemas de transmisión que tienen diferentes niveles de energía por bit de información, utilizan diferentes niveles de potencia de transmisión.

3. Un método de transmisión de datos, acorde con cualquiera de las religiones anteriores, en el que dicha serie de esquemas de transmisión utilizan diferente duración de los símbolos de canal.

4. Un método de transmisión de datos, acorde con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha serie de esquemas de transmisión con niveles diferentes de energía por bit de información utiliza modulación de espectro ensanchado con diferentes códigos desensanchamiento.

5. Un método de transmisión de datos, acorde con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa de determinación de la medición de la distribución del rendimiento comprende la ponderación de la información de retroalimentación de cada segmento de datos incluido dentro del grupo, en respuesta al intervalo temporal desde el que el segmento de datos fue transmitido.

6. Un método de transmisión de datos, acorde con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa de selección de un esquema de transmisión a partir del protocolo de transmisión para, por lo menos, un segmento de datos subsiguiente, comprende seleccionar el esquema de transmisión que la medición de la distribución del rendimiento indica conseguirá un rendimiento de error dado.

7. Un método de transmisión de datos, acorde con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las etapas son iteradas y por lo menos dos grupos solapan.

8. Un aparato para transmitir datos en un sistema de comunicación radioeléctrico, que comprende:

medios para segmentar (203) datos en segmentos de datos;

medios para codificar (205) los segmentos de datos en bloques de transmisión, cada uno de acuerdo con un esquema de transmisión seleccionado a partir de un protocolo de transmisión que comprende una serie de esquemas de transmisión que tienen diferentes niveles de energía por bit de información;

medios para transmitir (211) dichos bloques de transmisión sobre un canal de comunicación radioeléctrica;

medios para determinar (219) un grupo de segmentos de datos, de tal modo que el grupo comprende, por lo menos, dos segmentos de datos con bloques de transmisión codificados según esquemas de transmisión diferentes con niveles diferentes de energía por bit de información;

medios para recibir (217) información de retroalimentación relativa la recepción de los bloques del grupo;

medios para determinar (219) la medición de la distribución del rendimiento con respecto al grupo, en respuesta a la información de retroalimentación; y

medios para seleccionar (205, 207) un esquema de transmisión a partir del protocolo de transmisión para, por lo menos, un segmento de datos subsiguiente, en respuesta a la medición de la distribución del rendimiento;

en el que dicha serie de esquemas de transmisión que tienen diferentes niveles de energía por bit de información utilizan diferentes códigos de corrección de errores.

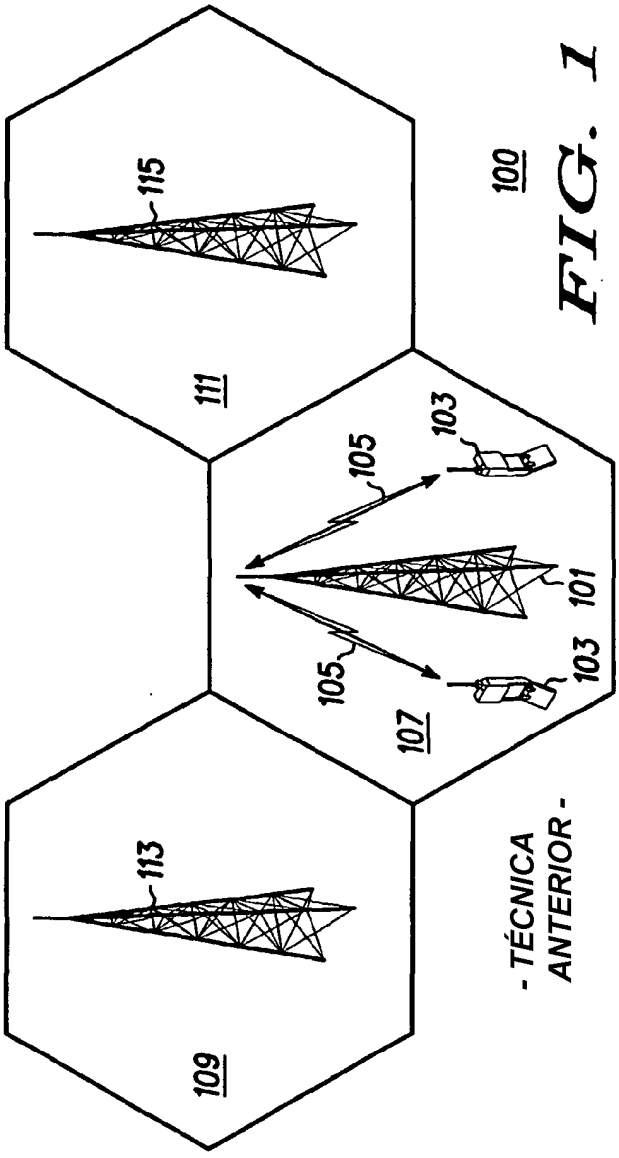
9. Un aparato para transmitir datos, acorde con la reivindicación 8, en el que dicha serie de esquemas de transición que tienen diferentes niveles de energía por bit de información utilizan diferentes niveles de potencia de transmisión.

10. Un aparato para transmitir datos, acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 8 ó 9, en el que dicha serie de esquemas de transmisión utilizan diferente duración de los símbolos de canal.

11. Un aparato para transmitir datos, acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 8 a 10, en el que dicha serie de esquemas de transmisión que tienen diferentes niveles de energía por bit de información utilizan modulación de espectro ensanchado con diferentes códigos desensanchamiento.

12. Un aparato para transmitir datos, acorde con cualquiera de las reivindicaciones precedentes 18 a 11, en el que los medios para seleccionar un esquema transmisión a partir del protocolo de transmisión, para por lo menos un segmento de datos subsiguiente, comprenden medios para seleccionar el esquema de transmisión que la medición de la distribución del rendimiento indica que conseguirá un rendimiento de error dado.

13. Un aparato para transmitir datos, acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 8 a 12, en el que el sistema de comunicación radioeléctrica es un sistema general de radiocomunicaciones por paquetes (GPRS), un sistema general de radiocomunicaciones por paquetes mejorado (EGPRS) o un sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS).



- TÉCNICA ANTERIOR -

FIG. 1

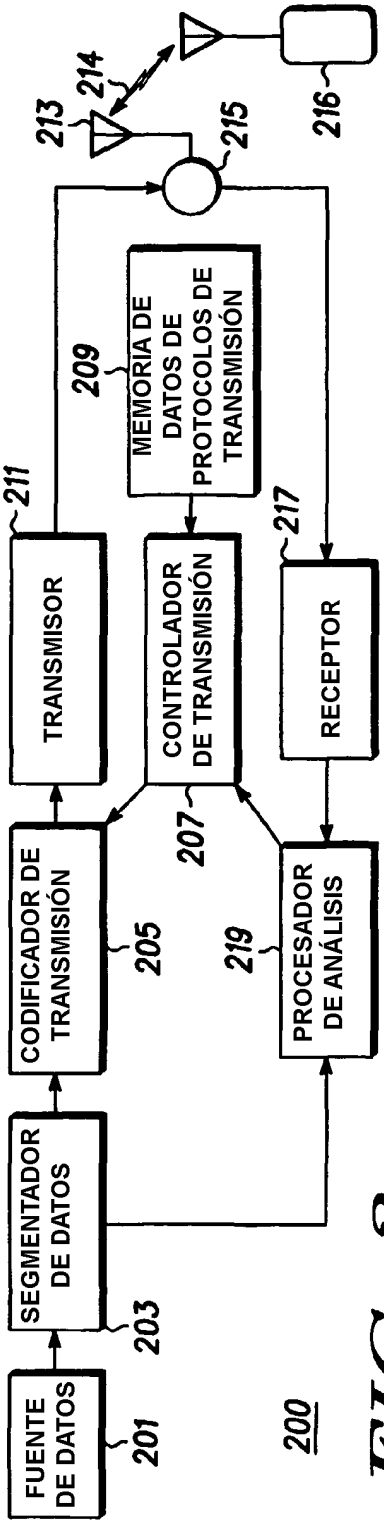


FIG. 2

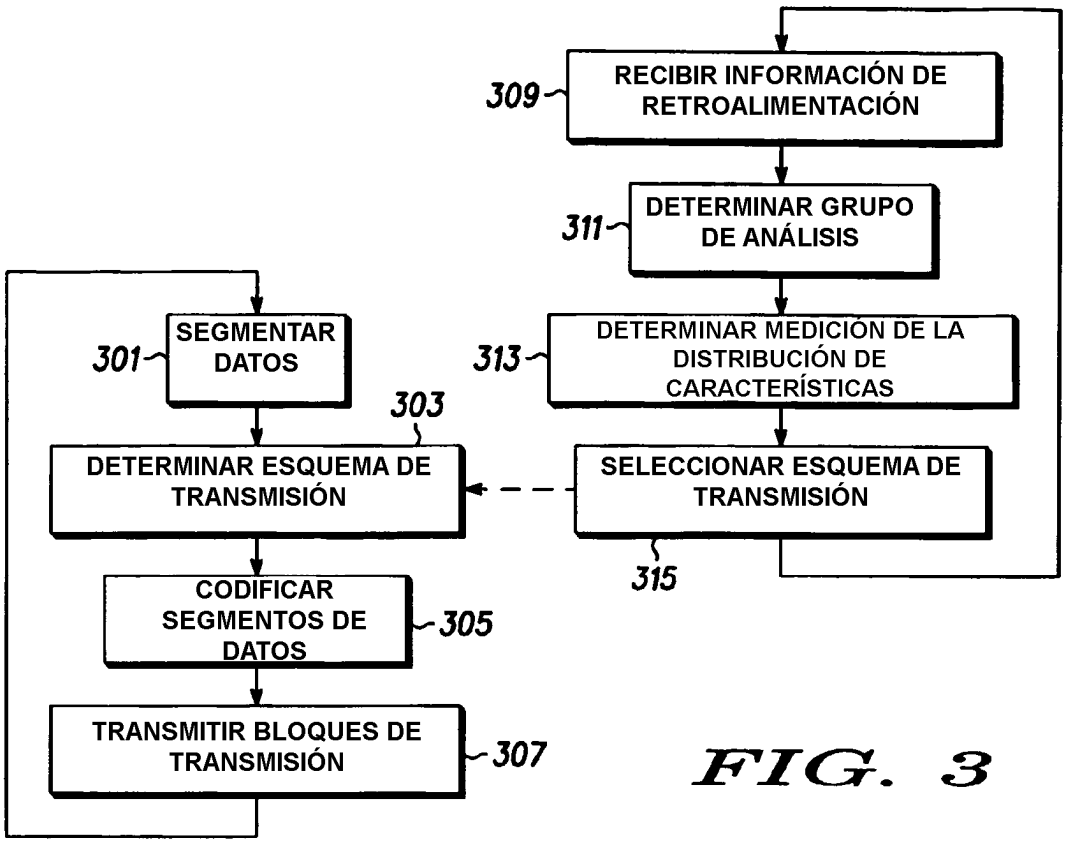

309
RECIBIR INFORMACIÓN DE RETROALIMENTACIÓN
311
DETERMINAR GRUPO DE ANÁLISIS
313
DETERMINAR MEDICIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE CARACTERÍSTICAS
SELECCIONAR ESQUEMA DE TRANSMISIÓN
315
301
SEGMENTAR DATOS
303
DETERMINAR ESQUEMA DE TRANSMISIÓN
CODIFICAR SEGMENTOS DE DATOS
305
TRANSMITIR BLOQUES DE TRANSMISIÓN
307

FIG. 3

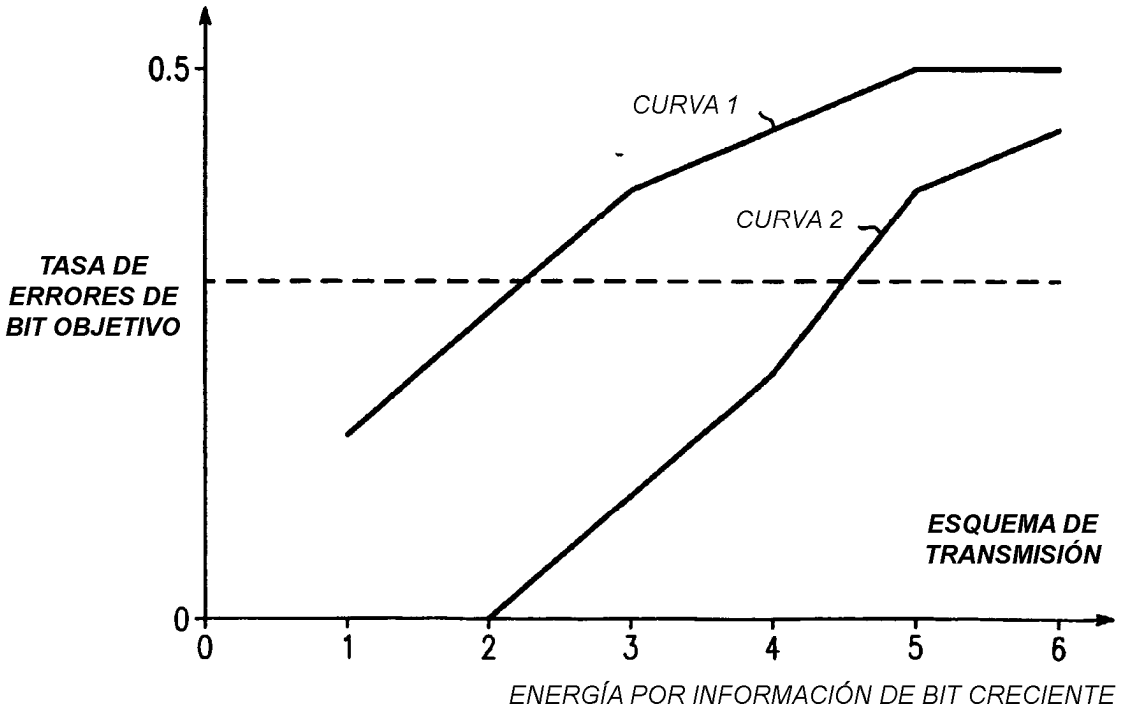

0.5
0
CURVA 1
CURVA 2
TASA DE ERRORES DE BIT OBJETIVO
ESQUEMA DE TRANSMISIÓN
0
1
2
3
4
5
6
ENERGÍA POR INFORMACIÓN DE BIT CRECIENTE

FIG. 4