

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 665**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **98941974 .2**

96 Fecha de presentación: **25.08.1998**

97 Número de publicación de la solicitud: **1010287**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.06.2000**

54 Título: **Método y sistema para la solicitud de retransmisión automática (ARQ) con reselección de codificación y/o modulación de corrección de errores hacia delante o en recepción (FEC)**

30 Prioridad:
29.08.1997 US 921147

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.06.2012

73 Titular/es:
**Telefonaktiebolaget L M Ericsson (publ)
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:
**SCHRAMM, Peter;
OLOFSSON, Håkan Gunnar y
ANDREASSON, Henrik Anders**

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 383 665 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y sistema para la solicitud de retransmisión automática (ARQ) con reselección de codificación y/o modulación de corrección de errores hacia delante o en recepción (FEC).

5 La presente invención se refiere a un sistema y método para retransmitir un bloque de información.

10 La invención es aplicable de manera general al manejo del error en el campo de los sistemas de comunicación y, más particularmente, al manejo del error utilizando solicitudes de retransmisión automática (ARQ - Automatic Retransmission reQuests, en inglés) en sistemas de comunicación que soportan múltiples codificación de FEC y/o esquemas de modulación.

15 El crecimiento de los sistemas de comunicación comerciales y, en particular, el explosivo crecimiento de los sistemas de radioteléfono celulares ha llevado a los diseñadores de sistemas a buscar maneras de aumentar la capacidad del sistema sin reducir la calidad de la comunicación por debajo de los umbrales de tolerancia del consumidor. Una técnica para lograr estos objetivos implicaba cambiar de sistemas en los que se utilizaba la modulación analógica para imprimir datos sobre una onda portadora a sistemas en los que se utilizaba la modulación digital para imprimir los datos sobre ondas portadoras.

20 En los sistemas de comunicación digital inalámbrica, interfaces aéreas estandarizadas especifican la mayoría de los parámetros del sistema, incluyendo el tipo de modulación, el formato de la ráfaga, el protocolo de comunicación, etc. Por ejemplo, el Instituto de Normalización sobre Telecomunicación Europeo (ETSI – European Telecommunication Standard Institute, en inglés) ha especificado un estándar de Sistema Global para Comunicaciones mediante Telefonía Móvil (GSM – Global System for Mobile Communications, en inglés) que utiliza el acceso múltiple por división de tiempo (TDMA – Time Division Multiple Access, en inglés) para comunicar información de control, de voz y datos sobre canales físicos de radiofrecuencia (RF – Radio Frequency, en inglés) o enlaces que utilizan un esquema de modulación de Codificación de desplazamiento mínimo gaussiano (GMSK – Gaussian Minimum Shift Keying, en inglés) a una tasa de símbolos de 271 ksp/s. En los Estados Unidos, la Asociación de la Industria de la Telecomunicación (TIA – Telecommunication Industry Association, en inglés) ha publicado un número de Estándares Interim, tales como IS-54 y IS-136, que definen varias versiones de servicio telefónico móvil avanzado digital (D-AMPS – Digital Advanced Mobile Phone Service, en inglés), un sistema de TDMA que utiliza un esquema de modulación de codificación de desplazamiento de fase en cuadratura diferencial (DQPSK – Differential Quadrature Phase Shift Keying, en inglés) para comunicar datos sobre enlaces de RF.

35 Los sistemas de TDMA subdividen la frecuencia disponible en uno o más canales de RF. Los canales de RF son además divididos en un número de canales físicos correspondientes a intervalos de tiempo en tramas de TDMA. Los canales lógicos están formados por uno o varios canales físicos donde se especifica la modulación y la codificación. En estos sistemas, las estaciones de telefonía móvil se comunican con una pluralidad de estaciones de base salpicadas transmitiendo y recibiendo ráfagas de información digital sobre canales de RF de enlace ascendente y descendente.

40 El creciente número de estaciones de telefonía móvil en uso hoy en día ha generado la necesidad de más canales de voz y datos dentro de los sistemas de telecomunicación. Como resultado, las estaciones de base se encuentran más cerca unas de otras, con un aumento de las interferencias entre estaciones de telefonía móvil que operan en la misma frecuencia en celdas vecinas o poco separadas. Aunque las técnicas digitales proporcionan un mayor número de canales útiles de un espectro de frecuencia dado, queda todavía una necesidad de reducir la interferencia, o más específicamente de aumentar la relación de la potencia de la señal portadora a interferencia, (es decir, la relación de portadora a interferencia (C/I – Carrier/Interference, en inglés). Debe observarse que la presente invención se describe en el contexto medir de la robustez del canal en términos de C/I, resultará evidente para los expertos en la materia que la relación de portadora a ruido es también una medida utilizada comúnmente para la robustez del canal. En aras de la brevedad, “C/I” se utiliza en este texto, pero debería tomarse para significar “C/I y/o C/N”.

55 Con el fin de proporcionar varios servicios de comunicación, se requiere una tasa de bits de usuario mínima correspondiente. Por ejemplo, para los servicios de voz y/o de datos, la tasa de bits de usuario corresponde a la calidad de voz y/o al rendimiento de datos, produciendo una mayor tasa de bits de usuario mejor calidad de voz y/o un mayor rendimiento de datos. La tasa de bits de usuario total se determina mediante una combinación seleccionada de técnicas de codificación de conversación, codificación de canal, esquema de modulación y para un sistema de TDMA, el número de intervalos de tiempo asignables por llamada.

60 Convencionalmente, los diferentes sistemas de comunicación digital utilizan una variedad de esquemas de modulación lineales y no lineales para comunicar información de voz o de datos. Estos esquemas de modulación incluyen, por ejemplo, Codificación de Desviación Mínima Gaussiana (GMSK – Gaussian Minimum Shift Keying, en inglés), Codificación de Desviación de Fase en Cuadratura (QPSK – Quadrature Phase Shift Keying, en inglés),

Modulación de Amplitud en Cuadratura (QAM – Quadrature Amplitude Modulation, en inglés), etc. Típicamente, cada sistema de comunicación opera utilizando un único esquema de modulación para la transmisión de información en cualquier condición. Por ejemplo, el ETSI originariamente especificaba el estándar de GSM para comunicar información de control, voz y datos sobre enlaces utilizando un esquema de modulación de GMSK para proporcionar información de transmisión y de retransmisión.

Dependiendo del esquema de modulación utilizado por un sistema particular, el rendimiento de un esquema de transmisión de paquetes se deteriora de manera diferente a medida que los niveles de C/I disminuyen. Por ejemplo, los esquemas de modulación pueden utilizar un número diferente de valores o de niveles para representar símbolos de información. El conjunto de señales, es decir, coeficientes de amplitud, asociados con la QPSK, un esquema de modulación de nivel inferior (LLM – Lower Level Modulation, en inglés) de ejemplo, se ilustran en la Figura 1(a). A modo de comparación, 16QAM es un esquema de modulación de nivel superior (HLM – Higher Level Modulation, en inglés) que tiene el conjunto de señales representado en la Figura 1(b).

Como puede verse en la Figuras 1(a) y 1(b), la mínima distancia Euclidiana entre los coeficientes en el esquema de LLM es mayor que la mínima distancia Euclidiana entre los coeficientes en el esquema de HLM para la misma potencia media de señal, lo que hace más fácil que el procesamiento de la señal de recepción distinga entre los cambios de modulación en el esquema de LLM. Así, los esquemas de LLM son más robustos con respecto a ruido e interferencia, es decir, requieren un menor nivel de portadora a interferencia (C/I – Carrier to Interference, en inglés) para alcanzar una calidad de señal recibida aceptable. Los esquemas de HLM, por otro lado, proporcionan mayores tasas de bits de usuario, por ejemplo, la 16QAM proporciona dos veces la tasa de bits de usuario de la QPSK, pero requiere mayores niveles de C/I.

Más recientemente, no obstante, la adaptación dinámica de la modulación utilizada para la transmisión en tipos de sistemas de radiocomunicación ha sido considerada una alternativa que aprovecha las potencias de los esquemas de modulación individuales para proporcionar mayores tasas de bits de usuario y/o mayor resistencia a ruido y a interferencia. Un ejemplo de un sistema de comunicación que emplea múltiples esquemas de modulación se encuentra en la Patente de U.S. Nº 5.577.087. En ella, se describe una técnica para la conmutación entre 16QAM y QPSK. La decisión de conmutar entre tipos de modulación se toma basándose en medidas de calidad, sin embargo este sistema emplea una tasa de bits de usuario constante, lo que significa que un cambio en el esquema de modulación requiere también un cambio en la tasa de bits del canal, por ejemplo, el número de intervalos de tiempo utilizados para soportar un canal de transmisión.

Además de los esquemas de modulación, los sistemas de comunicación digitales emplean también varias técnicas para manejar informaciones recibidas erróneamente, cuyas técnicas no están descritas en la Patente de U.S. Nº 5.577.087. En general, estas técnicas incluyen aquéllas que ayudan a que un receptor corrija la información recibida erróneamente, por ejemplo, técnicas de corrección de errores hacia adelante o en recepción (FEC – Forward Error Correction, en inglés), y aquéllas que permiten que la información recibida erróneamente sea retransmitida al receptor, por ejemplo, técnicas de solicitud de retransmisión automática (ARQ – Automatic Retransmission reQuest, en inglés). Las técnicas de FEC incluyen, por ejemplo, la codificación convolucional o de bloque de los datos antes de la modulación. La codificación de FEC implica representar un cierto número de bits de datos que utilizan un cierto número de bits de código. Así, es común referirse a códigos convolucionales por sus tasas de código, por ejemplo, 1/2 y 1/3, donde tasas de código más bajas proporcionan una mayor protección frente a errores pero tasas de bits de usuario más bajas para una tasa de bits de canal dada.

Las técnicas de ARQ implican analizar bloques de datos recibidos para buscar errores y solicitar la retransmisión de bloques que contienen algún error. Considérese, por ejemplo, el ejemplo de mapeo de bloque ilustrado en la Figura 2 para un sistema de radiocomunicación que opera de acuerdo con la optimización del Servicio de Radio en paquetes Generalizado (GPRS – Generalized Packet Radio Service, en inglés) que ha sido propuesta como un servicio de datos en paquetes para GSM. En él, una trama de control de enlace lógico (LLC – Logical Link Control, en inglés) que contiene una cabecera de trama (FH – Frame Header, en inglés), una carga útil para información y una secuencia de comprobación de trama (FCS – Frame Check Sequence, en inglés) es mapeada en una pluralidad de bloques de control de enlace de radio (RLC – Radio Link Control, en inglés), cada uno de los cuales incluye una cabecera de bloque (BH – Block Header, en inglés), un campo de información y una secuencia de comprobación de bloque (BCS – Block Check Sequence, en inglés), que pueden ser utilizados por un receptor para comprobar errores en el campo de información. Los bloques de RLC son también mapeados en ráfagas de capa física, es decir, las señales de radio que han sido moduladas mediante GMSK sobre la onda portadora para su transmisión. En este ejemplo, la información contenida en cada bloque de RLC puede ser intercalada sobre cuatro ráfagas (intervalos de tiempo) para su transmisión.

Cuando es procesado por un receptor, por ejemplo, un receptor en un radioteléfono móvil, cada bloque de RLC puede, tras una desmodulación y una decodificación de FEC, ser evaluado para buscar errores utilizando la secuencia de comprobación de bloque y técnicas de comprobación de redundancia cíclica conocidas. Si hay errores

tras la decodificación de FEC, entonces se devuelve una solicitud a la entidad transmisora, por ejemplo, una estación de base en un sistema de radiocomunicación, denotando el bloque que debe ser reenviado.

5 La optimización mediante GPRS proporciona cuatro esquemas de codificación de FEC (tres códigos convolucionales de diferente tasa y un modo no codificado), pero utiliza sólo un esquema de modulación (GMSK). Después de que uno de los cuatro esquemas de codificación es seleccionado para una trama de LLC actual, se lleva a cabo una segmentación de esta trama para bloques de RLC. Si se encuentra un bloque de RLC que es erróneo en el receptor y que necesita ser retransmitido, el esquema de codificación seleccionado originariamente puede ser utilizado para la retransmisión.

10 Otro ejemplo de técnicas de ARQ se encuentra en la Solicitud Internacional publicada PCT/F196/00259, con el número de publicación WO96/36146. En ella se describe un sistema de telecomunicaciones digital en el que las medidas de calidad asociadas con una conexión se realizan basándose en el número de retransmisiones solicitadas. Si la calidad disminuye por debajo de un umbral, entonces se utiliza un esquema de codificación más eficiente para transmitir información para esa conexión.

15 La Solicitud de EP de Número 89306735.5, con el número de publicación EP0350238 que subdivide un mensaje de información en bloques de datos que tienen cada uno una longitud predeterminada. Cuando el número de errores de transmisión del bloque de datos excede un valor fijado, el bloque de datos que va a ser transmitido a continuación (que incluye un bloque de datos que va a ser retransmitido) es subdividido también en bloques de datos pequeños para la subsiguiente transmisión. Como resultado, la tasa de ocurrencias del error disminuye y la comunicación de datos puede continuar incluso bajo unas condiciones de realización desfavorables.

20 El documento EP 0 797 327 A2 citado en esta memoria bajo la provisión del Art. 54 (3) EPC describe un método y aparato para llevar a cabo una codificación de solicitud de repetición automática híbrida adaptativa en la cual la codificación se modifica basándose en los reconocimientos devueltos por el receptor. El estado del canal es implícitamente determinado por el transmisor basándose en la frecuencia de los reconocimientos (solicitud de repetición automática y solicitud de repetición automática negativa) que llegan del receptor. Por ejemplo, puesto que una solicitud de repetición automática negativa implica una potencia de señal recibida débil, la tasa de código del FEC es ventajosamente reducida en respuesta a tal reconocimiento. Por otro lado, la tasa de código del FEC aumenta ventajosamente en respuesta a una solicitud de repetición automática. El reconocimiento devuelto por el receptor es modificado para transportar el número de errores en el correspondiente paquete de datos recibido. En particular, un código exterior de Reed-Solomon (RS) se emplea en el FEC para permitir que el receptor determine el número de errores en el paquete de datos recibido. Si el reconocimiento indica un gran número de errores en el receptor, la tasa de código del FEC se reduce ventajosamente en respuesta al mismo.

25 Aunque los sistemas adaptativos descritos anteriormente intentan ajustarse a los cambios en la calidad asociados con un canal de radio, sufren cada uno ciertos inconvenientes y limitaciones. Por ejemplo, el sistema descrito en la Patente de U.S. Nº 5.577.087 está limitado a cambios de modulación, no soluciona la complejidad añadida asociada con las técnicas de ARQ y no proporciona ninguna flexibilidad en términos de segmentación de bloque o de ajuste de tasa de bits de usuario. Aunque la optimización de GPRS y la aplicación de PCT descrita anteriormente se dirigen a ARQ, los sistemas descritos en esta memoria están limitados a cambios en la codificación De FEC. Además, el sistema de GPRS no permite cambios en la codificación de FEC para el bloque retransmitido y los cambios en la codificación de FEC propuestos en la aplicación de PCT afectan a toda la conexión en lugar de simplemente al bloque retransmitido, lo que puede ser innecesario en la mayoría de los casos.

30 La invención soluciona estos y otros inconvenientes y limitaciones de los métodos y sistemas convencionales para comunicar información.

35 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un método para retransmitir un bloque de información como se establece en la Reivindicación 1.

40 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método para retransmitir un bloque de información como se establece en la Reivindicación 19.

45 De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se proporciona una unidad transceptora como se establece en la Reivindicación 23.

50 De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención, se proporciona una unidad transceptora como se establece en la Reivindicación 26.

55 Estos y otros objetos, características y ventajas de realizaciones de la presente invención resultarán más evidentes con la lectura de la siguiente descripción detallada, tomada junto con los dibujos que se acompañan, en los cuales:

- Las FIGURAS 1(a) y 1(b) son diagramas de constelaciones de modulación para esquemas de modulación de QPSK y 16QAM, respectivamente;
 la FIGURA 2 representa el mapeo de información en un sistema que opera de acuerdo con GSM;
 la FIGURA 3 es un diagrama de bloques de un sistema de comunicación que ventajosamente utiliza la presente invención;
 la FIGURA 4(a) representa el mapeo de información para un bloque transmitido originalmente de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente invención;
 la FIGURA 4(b) representa el mapeo para una retransmisión del bloque transmitido originalmente de la FIGURA 4(a) de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente invención;
 la FIGURA 5 es un diagrama de flujo que representa un método de ejemplo para la retransmisión de un bloque de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente invención; y
 la FIGURA 6 ilustra la resegmentación y el mapeo de un bloque de acuerdo con otra realización de ejemplo de técnicas de retransmisión de acuerdo con la presente invención.
- Como se describe a continuación, uno o varios de la modulación y la codificación de FEC utilizada para preparar información para su transmisión puede o pueden ser ajustado o ajustados para bloques que se van a retransmitir. De acuerdo con las realizaciones de ejemplo, la resegmentación/mapeo flexible de bloques de información es acoplada con cambios a uno o a ambos de la codificación de FEC y de la modulación utilizando la codificación de FEC que proporciona una mayor protección y/o un menor nivel de modulación para reducir la probabilidad de que el bloque retransmitido sea recibido erróneamente y mejorar el rendimiento global del sistema.
- Cuando una solicitud de retransmisión es recibida, por ejemplo, en una estación de base en un sistema de radiocomunicación, la codificación de FEC y/o la modulación que fue originalmente utilizada para transmitir ese bloque puede ser cambiada. Antes de la retransmisión, la segmentación, por ejemplo de las tramas de LLC a bloques de RLC, y/o el mapeo a la capa física, por ejemplo, de bloques de RLC a ráfagas, puede ser también modificada.
- Las siguientes realizaciones de ejemplo son proporcionadas en el contexto de los sistemas de radiocomunicación de TDMA. No obstante, resultará evidente para los expertos en la materia que esta metodología de acceso es meramente utilizada con el propósito de ilustración y que la presente invención es fácilmente aplicable a todo tipo de metodologías de acceso que incluyen el acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA – Frequency Division Multiple Access, en inglés), TDMA, acceso múltiple por división de código (CDMA – Code Division Multiple Access, en inglés) e híbridos de los mismos.
- Además, la operación de acuerdo con los sistemas de comunicación de GSM se describe en los documentos del Instituto de Normalización de Telecomunicación Europeo (ETSI – European Telecommunication Standard Institute, en inglés) ETS 300 573, ETS 300 574 y ETS 300 578, que se incorporan en esta memoria como referencia. Por lo tanto, la operación del sistema de GSM junto con la optimización del GPRS para datos en paquetes (llamados a continuación en esta memoria para simplificar “GPRS”) sólo se describe en esta memoria hasta el punto necesario para la comprensión de la presente invención. Aunque la presente invención se describe en términos de realizaciones de ejemplo en un sistema de GPRS mejorado, resultará evidente para los expertos en la materia que la presente invención podría utilizarse en una amplia variedad de otros sistemas de comunicación digitales, tales como los basados en PDC o en los estándares de D-AMPS y en mejoras de los mismos.
- En referencia a la FIGURA 3, se representa un sistema 10 de comunicación de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente invención. El sistema 10 está diseñado como una red jerarquizada con múltiples niveles para la gestión de llamadas. Utilizando un conjunto de frecuencias de enlace ascendente y de enlace descendente, las estaciones de telefonía móvil 12 que operan dentro del sistema 10 participan en llamadas que utilizan intervalos de tiempo asignados a ellas en estas frecuencias. En un nivel jerárquico superior, un grupo de Centros de Conmutación de Telefonía Móvil (MSCs – Mobile Switching Centers, en inglés) 14 son responsables del encaminamiento de llamadas desde un originador a un destino. Uno de los MSCs 14, conocido como el MSC de puerta de enlace, maneja la comunicación con una Red Telefónica Conmutada Pública (PSTN – Public Switched Telephone Network, en inglés) 18, u otras redes públicas y privadas.
- En un nivel jerárquico más bajo, cada uno de los MSCs 14 está conectado a un grupo de controladores de estación de base (BSCs – Base Station Controllers, en inglés) 16. Bajo el estándar de GSM el BSC 16 se comunica con un MSC 14 bajo una interfaz estándar conocida como la interfaz A, que está basada en la Parte de Aplicación a Telefonía Móvil del Sistema de Señalización N° 7 de CCITT.
- En un nivel jerárquico todavía más bajo, cada uno de los BSCs 16 controla un grupo de estaciones de base (BTSs) 20 transeptoras. Cada BTS 20 incluye un número de TRXs (no mostradas) que utilizan los canales de RF de enlace ascendente y de enlace descendente para proporcionar servicio a un área geográfica común particular, tal como una o más celdas 21 de comunicación. Las BTSs 20 proporcionan principalmente los enlaces de RF para la transmisión y la recepción de ráfagas de datos hacia y desde las estaciones de telefonía móvil 12 dentro de su celda designada.

En una realización de ejemplo, un número de BTSs 20 son incorporadas a una estación de base de radio (RBS – Radio Base Station, en inglés) 22. La RBS 22 puede ser, por ejemplo, configurada de acuerdo con una familia de productos de RBS-2000, cuyos productos son ofrecidos por L M Ericsson, al cesionario de la presente invención. Para más detalles relativos a las implementaciones de la estación de telefonía móvil 12 y a la RBS 22 de ejemplo, el lector interesado debe ir a la Publicación de Patente de U.S. N° US 5.909.469 titulada “A link Adaptation Method For Links using Modulation Schemes That Have Different Symbol Rates”, de Magnus Frodigh et al., y presentada simultáneamente en esta memoria.

Como se ha mencionado anteriormente, técnicas de retransmisión pueden ser proporcionadas en el sistema 10 de manera que una entidad receptora (RBS 22 ó MS 12) puede solicitar la retransmisión de un bloque de RLC desde una entidad transmisora (MS 12 ó RBS 22). En los sistemas de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, la estación de telefonía móvil 12 y las RBSs 22 soportan al menos dos esquemas de codificación de FEC y/o de modulación, uno para transmisión de originales y uno que puede ser utilizado de manera selectiva para retransmisiones. De este modo, tal sistema 10 podría tener al menos dos esquemas de modulación y un esquema de codificación de FEC, al menos dos esquemas de codificación de FEC y un esquema de modulación o varios esquemas de modulación y varios esquemas de codificación de FEC.

De acuerdo con un primer conjunto de realizaciones de ejemplo, la segmentación de tramas de LLC a bloques de RLC puede permanecer sin cambios respecto a la utilizada para la transmisión original a la usada para retransmisión. Por el contrario, el mapeo de bloques de RLC a la capa física (por ejemplo, ráfagas de transmisión) puede cambiar. Esto implica cambiar alguno (o los dos) del esquema de modulación o del esquema de codificación de FEC. Por ejemplo, un sistema 10 podría ser proporcionado con un esquema de modulación y varios esquemas de codificación de FEC, donde un esquema de codificación de FEC puede ser utilizado para bloques transmitidos originalmente y un esquema de codificación de FEC puede ser utilizado para bloques retransmitidos.

Alternativamente, varios esquemas de modulación pueden ser proporcionados junto con un esquema de codificación de FEC. Una copia de los bloques codificados mediante FEC puede ser almacenada transmitiendo la entidad antes de la modulación. Si la retransmisión es solicitada para un bloque particular, ese bloque puede ser retirado del almacén e introducido en un modulador diferente. De este modo, para estas realizaciones de ejemplo, la codificación de FEC no necesita ser repetida para la retransmisión, lo que reduce la complejidad de la implementación.

Para ilustrar más la presente invención, se describirá ahora una realización de ejemplo detallada en la que el sistema 10 soporta varios esquemas de modulación (y uno o más esquemas de codificación de FEC). En particular, resulta ventajoso seleccionar como los diferentes esquemas de modulación aquellos que pueden ser derivados a partir de un esquema de modulación lineal que tiene más de dos símbolos por intervalo de modulación, por ejemplo, 16QAM y QPSK (ó 16QAM de Desviación y QPSK de Desviación). Esta selección de esquemas de modulación permite que el mismo desmodulador sea utilizado tanto para bloques originales como de retransmisión.

Considérense de nuevo las FIGURAS 1(a) y 1(b) en las que se muestran los conjuntos de señal (coeficientes de amplitud) de un esquema de modulación de QPSK y el esquema de modulación de 16QAM, respectivamente. Los puntos de señal del esquema de QPSK se muestran mediante los puntos A, B, C y D, y los puntos de señal más exteriores del esquema de 16QAM se muestran mediante los puntos A', B', C' y D'. Así, el esquema de QPSK utiliza un subconjunto de los coeficientes de amplitud utilizados por el esquema de 16QAM. Si las tasas de símbolos son las mismas, esta propiedad permite que un desmodulador de 16QAM desmodule fácilmente señales moduladas mediante QPSK utilizando exclusivamente los puntos de señal más exteriores A', B', C' y D' del esquema de 16QAM. Consecuentemente, el mismo desmodulador puede ser utilizado para desmodular señales que están moduladas con esquemas de QPSK y 16QAM, si se utilizan la misma forma de impulso y formato de ráfaga para ambos tipos de transmisiones moduladas. Esta técnica se describe con más detalle en la Publicación de U.S. N° WO99/2283, titulada “A Method for Demodulating Information in a Communication System that Supports Multiple Modulation Schemes” por M. Frodigh et al. y presentada simultáneamente a la misma.

Esta realización de ejemplo de la presente invención utiliza estos diferentes tipos de modulaciones como sigue. En una conexión entre una estación de telefonía móvil 12 y una RBS 22, una trama de LLC que va a ser transmitida por la RBS 22 es segmentada en bloques de RLC como se ilustra en la Figura 4(a) de una manera similar a la descrita anteriormente con respecto a la Figura 2. Cada bloque de RLC es intercalado sobre cuatro ráfagas (intervalos de tiempo) después de la codificación de FEC. Debe observarse que aunque las ráfagas se ilustran una a continuación de otra en las Figuras, estas ráfagas están distribuidas en el tiempo según sea apropiado para el canal de TDMA de ejemplo que soporta esta conexión. En particular, el bloque 40 está codificado mediante FEC utilizando un esquema de codificación de FEC asociado con el sistema 10, e intercalado sobre las ráfagas 42-48. La información para ser transportada en estas ráfagas es modulada utilizando modulación de 16QAM. Antes del intercalado y de la modulación, el bloque codificado mediante FEC puede ser almacenado por la RBS 22 para un posible uso posterior en la retransmisión tal como se describe a continuación.

Tras la recepción de estas cuatro ráfagas por la estación de telefonía móvil 12, debe asumirse que el bloque 40, mediante la desmodulación, el desintercalado y la descodificación por el receptor de la estación de telefonía móvil, se encuentra que es erróneo, por ejemplo utilizando rutinas de comprobación de redundancia cíclica conocidas. La estación de telefonía móvil 12 señala a continuación a la RBS 22, por ejemplo, en un canal de control multiplexado en el tiempo proporcionado en el enlace ascendente, para la retransmisión del bloque 40 utilizando cualquier rutina de ARQ bien conocida.

Si la calidad de la conexión no es suficiente para el esquema de codificación de FEC y/o el esquema de modulación actuales, entonces la RBS 22 seleccionará un esquema alternativo para el procesamiento de retransmisión, en este ejemplo la modulación mediante QPSK, que está diseñada para tener una mejor resistencia al ruido y/o a interferencias. Por ejemplo, la RBS 22 puede contar el número de solicitudes para bloques retransmitidos y sólo utiliza la codificación de FEC y/o el esquema de modulación alternativo cuando el número de bloques transmitidos erróneamente contados excede algún umbral predeterminado. Si se desea, una codificación de FEC y/o un esquema de modulación alternativos pueden ser implementados cada vez que un bloque retransmitido es solicitado, es decir, en el caso de que el umbral predeterminado sea cero.

Cuando se determina que la calidad de la conexión está por debajo de un umbral predeterminado, la RBS 22 retira el bloque codificado mediante FEC en un reconocimiento de ARQ negativo del almacén y mapea de nuevo el bloque de RLC 40 sobre ocho ráfagas 50-57 como se ve en la Figura 4(b), cuyas ráfagas son ahora desmoduladas utilizando el esquema de codificación/modulación de FEC alternativo, en este caso modulación de QPSK. Puesto que el número de bits por símbolo utilizados para la modulación de QPSK es la mitad de los utilizados para la modulación de 16QAM, no es necesaria ninguna recodificación si se utiliza el mismo esquema de codificación de FEC. Debe observarse que, a diferencia del sistema descrito en la aplicación de PCT descrita anteriormente sólo el bloque 40 que se está retransmitiendo es modulado utilizando modulación de QPSK. En otra realización de ejemplo, el esquema de codificación de FEC aplicado al bloque puede ser también diferente del utilizado en la transmisión original.

Además del bloque 40 retransmitido, las ráfagas 50-57 pueden contener también información para indicar el procedimiento de segmentación utilizado para la retransmisión de este bloque. Los bloques regulares, "transmitidos en primer lugar" continúan siendo modulados utilizando modulación de 16QAM. Así, de acuerdo con esta realización de ejemplo de la presente invención, la tasa de bits de usuario se reduce para el bloque o los bloques retransmitido o retransmitidos como un compromiso frente a la protección frente al ruido y/o la interferencia para aumentar la probabilidad de que los bloques retransmitidos sean correctamente recibidos.

Las técnicas de retransmisión que operan de acuerdo con esta realización de ejemplo pueden ser resumidas por medio del diagrama de flujo de la Figura 5. En él, el bucle que incluye las etapas 60 y 62 espera hasta que se recibe un mensaje de ARQ negativo (que indica un bloque recibido erróneamente) en la entidad de retransmisión, es decir, la RBS 22 citada anteriormente, pero puede ser también la estación de telefonía móvil 12. En el ejemplo descrito en el diagrama de flujo, cada bloque erróneamente recibido es suficiente para activar una selección de un nuevo esquema de modulación, en la etapa 64, para el bloque retransmitido. A continuación, el bloque es resegmentado (mapeado) en un nuevo número de ráfagas en la etapa 66. Finalmente, cada una de las ráfagas es modulada utilizando los puntos de señal de modulación de 16QAM exterior, por ejemplo, el subconjunto de coeficientes de amplitud de 16QAM asociados con el QPSK, en la etapa 68, y la retransmisión tiene lugar.

Por supuesto, las entidades tanto de transmisión como de recepción se utilizan para bloques retransmitidos con el fin de desmodular y descodificar adecuadamente la información recibida. Existen varias maneras de coordinar este aspecto de cambios dinámicos de codificación y/o modulación de FEC de acuerdo con las nuevas técnicas de retransmisión presentadas en esta memoria. En primer lugar, el proceso de selección puede ser predefinido y codificado en cada entidad. Esto es, las entidades de transmisión y de recepción podrían, por ejemplo, saber que todos los bloques retransmitidos utilizarán modulación de QPSK pero el mismo esquema de codificación de FEC.

En segundo lugar, la entidad receptora podría solicitar una nueva codificación de FEC y/o modulación particular como parte de la solicitud de retransmisión. En tercer lugar, el transmisor puede seleccionar un nuevo esquema y transmitir un mensaje corto a la entidad receptora para informar al receptor de las propiedades de codificación de FEC/modulación apropiadas del bloque o de los bloques retransmitido o retransmitidos. En los último dos casos, la entidad de selección puede basar la selección de un esquema de codificación de FEC/modulación particular en una evaluación del sistema y/o de las características del canal actuales que incluyen estimaciones de C/I o C/N, información relativa a la ubicación relativa de la estación de telefonía móvil 12 dentro de la celda (si está disponible), la tasa de error de bit (BER – Bit Error Rate, en inglés), potencia de la señal recibida, carga actual del sistema, etc.

De acuerdo con otra realización de ejemplo de la presente invención, la copia almacenada del bloque recibido erróneamente se divide en una pluralidad de nuevos bloques antes de mapearla en la capa física. A diferencia de las realizaciones descritas anteriormente, esto significa resegmentar un bloque de RLC original en dos o más bloques de RLC diferentes. Cada nuevo bloque de RLC contendrá su propio (nuevo) BH y BCS. La retransmisión de cada

nuevo bloque de RLC es entonces controlada por su propio procedimiento de ARQ separado. Esto resulta en menos bits de información en los nuevos bloques de RLC con respecto al bloque de RLC original, lo que a su vez significa que el mapeo entre los bloques de RLC y las ráfagas variará también.

5 Un ejemplo se muestra en la Figura 6, donde el bloque recibido erróneamente 70 es dividido en dos nuevos bloques 72 y 74 antes de mapearlo en las ráfagas de TDMA 76-90. Aunque sólo se muestran dos nuevos bloques 72 y 74 en la Figura 6, resultará evidente para los expertos en la materia que el bloque antiguo 70 puede ser dividido en más de dos bloques nuevos. La codificación de FEC de los nuevos bloques de RLC puede utilizar el mismo (o uno diferente) esquema de codificación de FEC. La información mapeada a las ráfagas 76-90 es a continuación
10 modulada utilizando el esquema alternativo, en este ejemplo la modulación de QPSK.

De lo anterior, resultará evidente que las técnicas de retransmisión de acuerdo con las realizaciones de la presente invención mejoran significativamente el rendimiento del sistema y proporcionan una mayor flexibilidad para tratar los cambios en el sistema en las condiciones del canal de RF. Por ejemplo, los esquemas de ARQ de acuerdo con las realizaciones de la presente invención utilizan varios esquemas de codificación y modulación que están caracterizados por diferentes tasas de bits de usuario y diferentes requisitos de C/I y/o C/N, que a su vez llevan a un mayor rendimiento y/o un menor retardo.
15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para retransmitir un bloque de información (40) que fue reconocido negativamente y que fue transmitido previamente utilizando un primer tipo de modulación y un primer tipo de codificación de FEC que comprende las etapas de:
- 10 (a) seleccionar al menos uno de un segundo tipo de modulación diferente del citado primer tipo de modulación y un segundo tipo de codificación de FEC diferente del citado primer tipo de codificación, para crear un esquema de procesamiento de retransmisión;
- (b) procesar el citado bloque de acuerdo con el citado esquema de procesamiento de retransmisión; y
- (c) retransmitir el citado bloque procesado pero continuando con la transmisión de otros bloques utilizando el citado primer tipo de modulación y el primer tipo de codificación de FEC.
- 15 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el bloque de información (40) que fue reconocido negativamente fue previamente transmitido utilizando un primer formato de transmisión, y el método comprende también la etapa de:
- 20 formatear el citado bloque procesado en un segundo formato de transmisión diferente del citado primer formato de transmisión para generar un bloque formateado (50-57);
en el que el citado bloque retransmitido se denomina bloque formateado.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende también la etapa de:
- 25 monitorizar la calidad del enlace asociado con el citado bloque (40) y llevar a cabo las etapas de selección, procesamiento y formateado sólo cuando la calidad del citado enlace monitorizado disminuye por debajo de un umbral predeterminado.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la citada etapa de monitorizar la calidad del enlace comprende también las etapas de:
- 30 contar un número de bloques (40) recibidos erróneamente y
comparar el citado número con un número predeterminado de bloques.
- 35 5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa (a) comprende también la etapa de:
llevar a cabo la citada selección basándose en una estimación de una tasa de error de bloque.
- 40 6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa (a) comprende también la etapa de:
llevar a cabo la citada selección basándose en una estimación de una relación de portadora a interferencia asociada con un enlace sobre el cual es retransmitido el citado bloque (40).
- 45 7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa (a) comprende también la etapa de:
llevar a cabo la citada selección basándose en un algoritmo predefinido conocido tanto para un receptor (12, 20) como para un transmisor (20, 12) asociado con un enlace sobre el que el citado bloque (40) es retransmitido.
- 50 8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa (a) comprende también las etapas de:
recibir, en un transmisor (20, 12), una solicitud para al menos una de la citada segunda modulación y de la citada segunda codificación de FEC de un receptor asociado con un enlace sobre el cual es retransmitido el citado bloque; y
llevar a cabo la citada selección basándose en la citada solicitud.
- 55 9. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa (a) comprende también las etapas de:
determinar, en un transmisor (20, 12) asociado con un enlace sobre el cual es retransmitido el citado bloque, cuál de la citada al menos una de la citada segunda modulación y de la citada al segunda codificación de FEC van a ser seleccionadas; e
informar al receptor (12, 20) asociado con el citado enlace del citado esquema de procesamiento de retransmisión.
- 60 10. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa (a) comprende también la etapa de:

seleccionar el citado segundo tipo de modulación.

- 5 11. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa (a) comprende también la etapa de:
seleccionar el citado segundo tipo de codificación de FEC.
12. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el citado primer tipo de modulación es una modulación de nivel alto y el citado segundo tipo de modulación es una modulación de nivel bajo.
- 10 13. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el citado primer tipo de codificación de FEC tiene un primer número de bits de código por bit de datos y el citado segundo tipo de codificación de FEC tiene un segundo número de bits de código por bit de datos, siendo el citado segundo número mayor que el citado primer número.
- 15 14. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el citado segundo tipo de modulación utiliza un subconjunto de puntos de señal asociados con el citado primer tipo de modulación.
- 15 15. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que los citados primer y segundo formatos de transmisión incluyen ambos ráfagas de transmisión (50-57) en las cuales es mapeado el citado bloque de datos.
- 20 16. El método de acuerdo con la reivindicación 15, en el que el citado bloque es intercalado sobre un primer número de ráfagas (42, 44, 46, 48) en el citado primer formato de transmisión y un segundo número de ráfagas (50-57) en el citado segundo formato de transmisión, siendo los citados números primero y segundo diferentes.
- 25 17. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la citada etapa de formatear comprende también la etapa de:

alterar el mapeo entre el citado bloque y las unidades de capa física del citado primer formato de transmisión al citado segundo formato de transmisión.
- 30 18. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la citada etapa de formateo comprende también la etapa de:

dividir el citado bloque (40) en al menos dos bloques.
- 35 19. Un método para retransmitir un bloque de información (70) 1ue comprende:

recibir una señal de reconocimiento negativo indicando que un bloque (70) fue recibido erróneamente;
dividir selectivamente el citado bloque (70) en al menos dos bloques (72, 74) en respuesta al citado reconocimiento de señal negativo:
40 mapear los citados al menos dos bloques en un formato de transmisión; y
retransmitir los citados al menos dos bloques (72, 74), en el que el citado bloque fue originariamente transmitido utilizando una primera modulación y un esquema de codificación de FEC y los citados al menos dos bloques son retransmitidos utilizando una segunda modulación y/o esquema de codificación de FEC diferente de la citada primera modulación y/o esquema de codificación de FEC.
- 45 20. El método de acuerdo con la reivindicación 19, en el que la citada etapa de mapear los citados al menos dos bloques (72, 74) en un formato de transmisión comprende también la etapa de:

intercalar los citados al menos dos bloques sobre ocho ráfagas de TDMA.
- 50 21. El método de acuerdo con la reivindicación 19, en el que el citado segundo tipo de modulación utiliza un subconjunto de coeficientes de amplitud del citado primer tipo de modulación.
- 55 22. El método de acuerdo con la reivindicación 19, en el que la citada etapa de mapear los citados al menos dos bloques (72, 74) en un formato de transmisión comprende también la etapa de:
adaptar los citados al menos dos bloques para transmisión mediante CDMA.
- 60 23. Una unidad transceptora (20, 12) que comprende:

un medio para recibir una señal de reconocimiento negativo que indica que un bloque (40) fue recibido erróneamente;
un medio para conmutar selectivamente de una primera modulación y esquema de codificación de FEC a una segunda modulación y/o esquema de codificación de FEC diferente de la citada primera modulación y/o esquema de codificación de FEC;

un medio para procesar el citado bloque en respuesta a la citada señal de reconocimiento negativo; y
un medio para retransmitir el citado bloque procesado pero continuando con la transmisión de otros bloques
utilizando la citada primera modulación y esquema de codificación de FEC.

5 24. La unidad transceptora de acuerdo con la reivindicación 23, en la que el citado medio para conmutar
selectivamente comprende también:

10 un medio para contar un número de las citadas señales de reconocimiento negativo; y
un medio para conmutar de la citada primera modulación y/o esquema de codificación de FEC a la citada
segunda modulación y/o esquema de codificación de FEC cuando el citado número contado excede un
umbral predeterminado.

15 25. La unidad transceptora de acuerdo con la reivindicación 23, en la que el citado medio para conmutar
selectivamente comprende también:

un medio para seleccionar la citada segunda modulación y/o esquemas de codificación de FEC basándose en
una característica predeterminada del sistema.

20 26. Una unidad transceptora que comprende:

un medio para recibir una señal de reconocimiento negativo que indica que un bloque (70) fue recibido
erróneamente;
un medio para dividir selectivamente el citado bloque (70) en al menos dos bloques (72, 74) en respuesta a la
citada señal de reconocimiento negativo;
25 un medio para mapear los citados al menos dos bloques en un formato de transmisión; y
un medio para retransmitir los citados al menos dos bloques (72, 74), en el que el citado bloque fue
originalmente transmitido utilizando una primera modulación y esquema de codificación de FEC y los citados
al menos dos bloques son retransmitidos utilizando una segunda modulación y/o esquema de codificación de
FEC diferentes de la citada primera modulación y/o esquema de codificación de FEC.
30

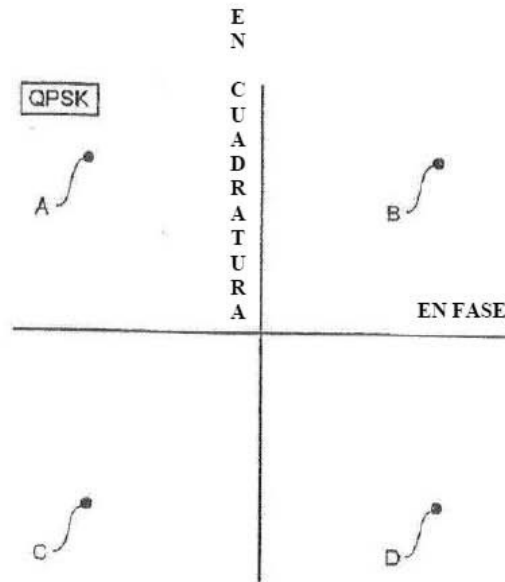


FIG. 1(a)

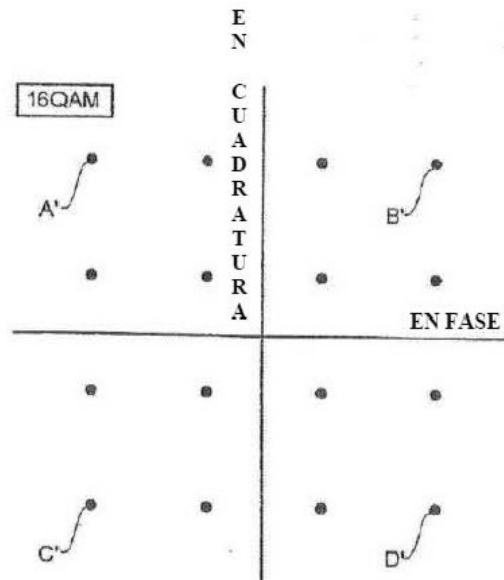


FIG. 1(b)

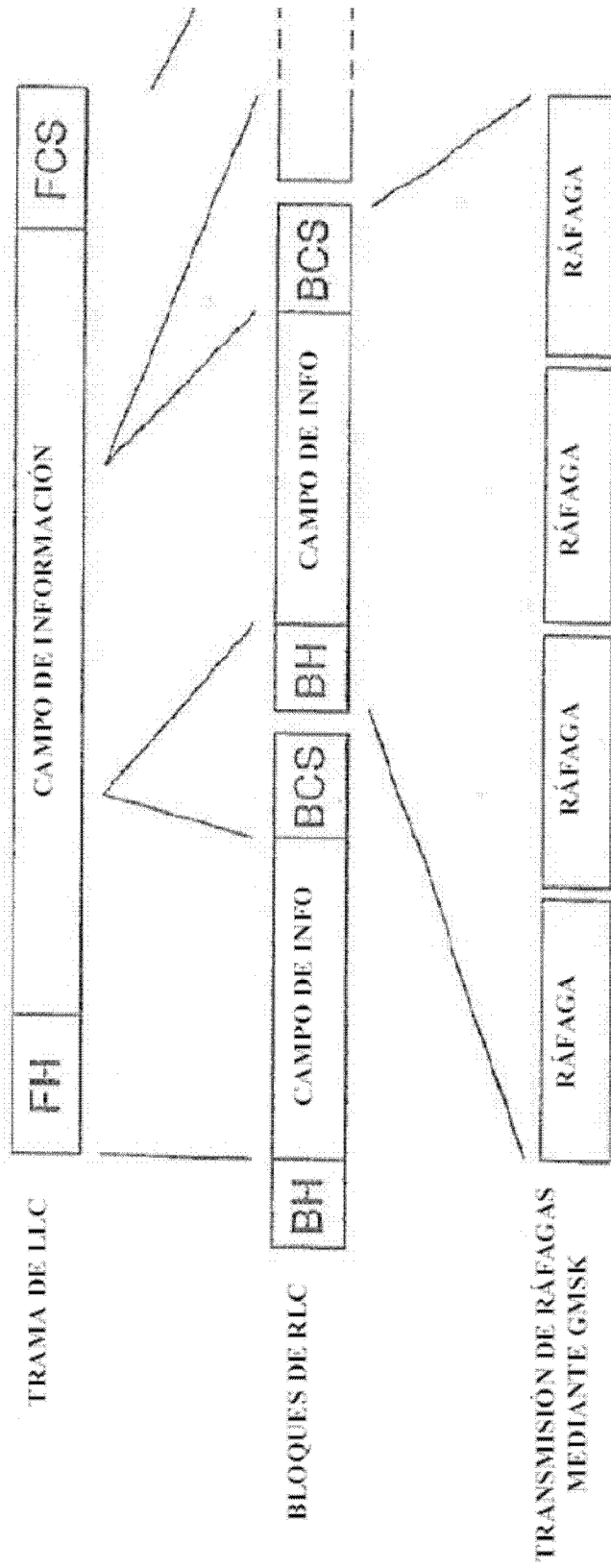


FIG. 2

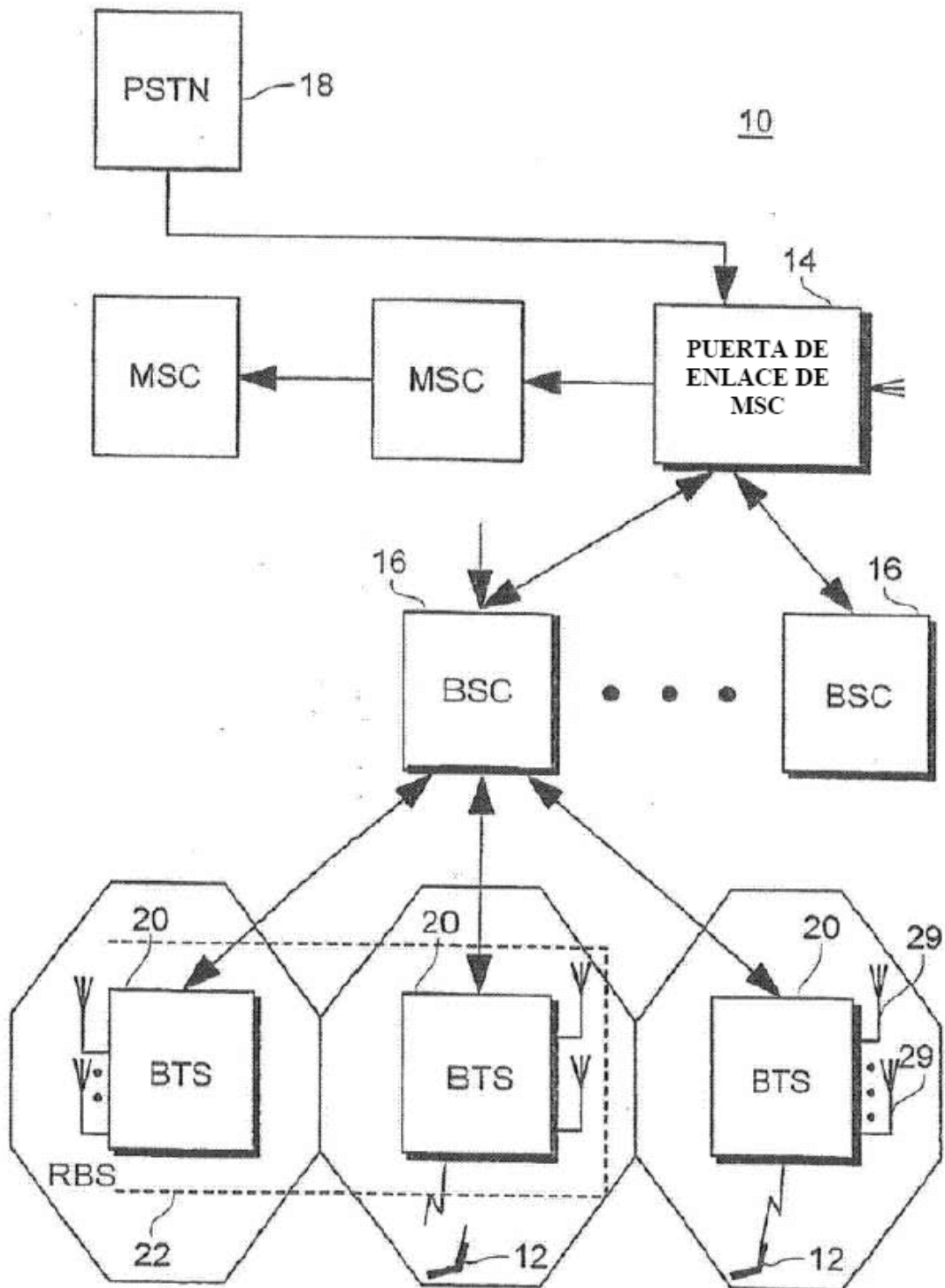


FIG. 3

PRIMERA TRANSMISIÓN:

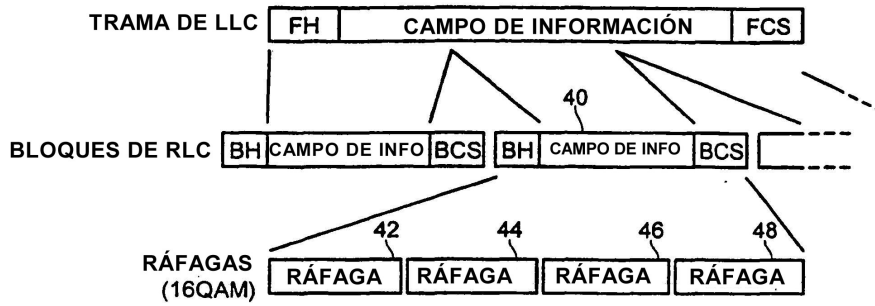


FIG. 4(a)

RETRANSMISIÓN:

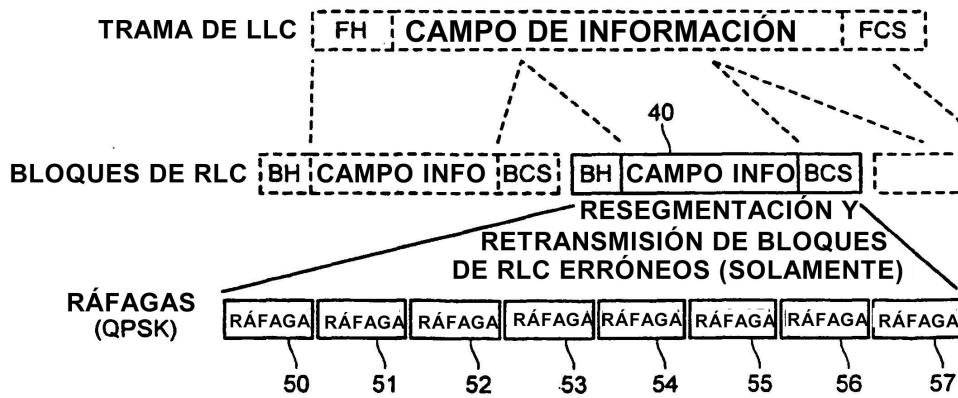


FIG. 4(b)

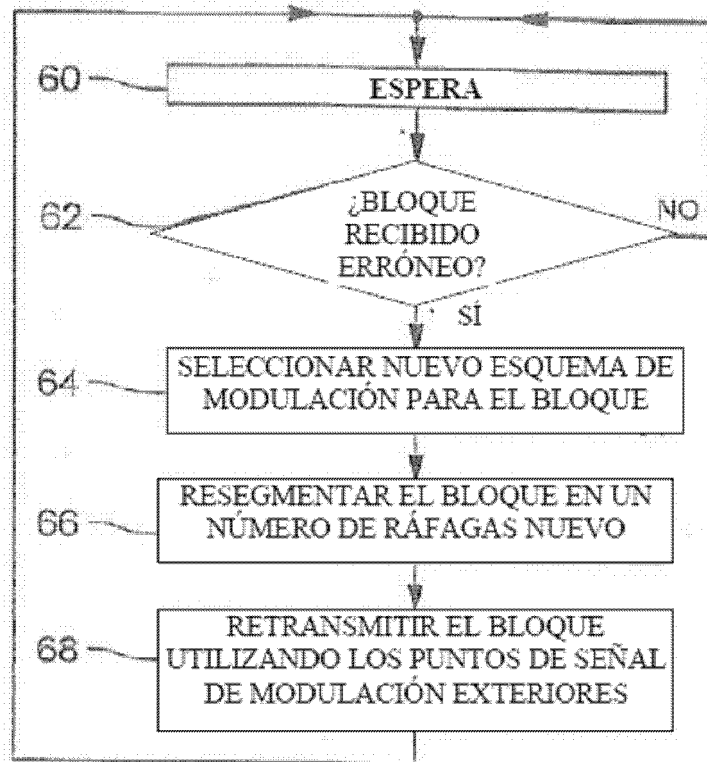


FIG. 5

RETRANSMISSION:

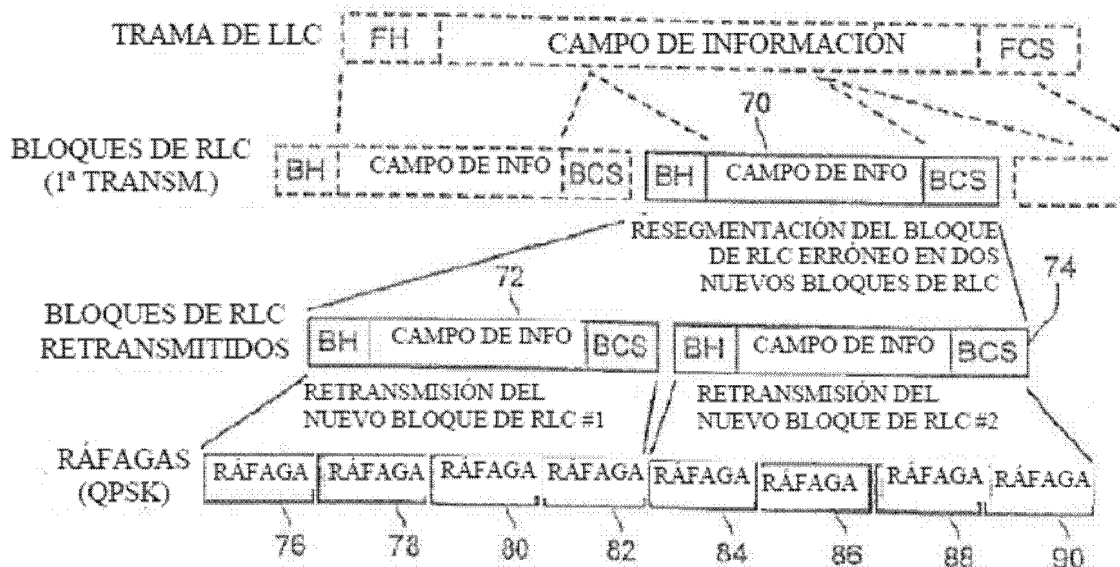


FIG. 6