



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 287 939**

51 Int. Cl.:
H04L 12/56 (2006.01)
H04J 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **96913014 .5**
86 Fecha de presentación : **22.04.1996**
87 Número de publicación de la solicitud: **0823163**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **11.02.1998**

54 Título: **Procedimiento y aparato para proporcionar datos a tasa de transmisión variable en un sistema de comunicaciones que utiliza multiplexación estadística.**

30 Prioridad: **28.04.1995 US 431180**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.12.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.12.2007

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

72 Inventor/es: **Zehavi, Ephraim;**
Wolf, Jack, K. y
Schiff, Leonard, N.

74 Agente: **Carpintero López, Francisco**

ES 2 287 939 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato para proporcionar datos a tasa de transmisión variable en un sistema de comunicaciones que utiliza multiplexación estadística.

5

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

La presente invención se refiere a comunicaciones. Más en particular, la presente invención se refiere a un sistema de comunicaciones novedoso y mejorado en el que un usuario transmite datos a tasa de transmisión variable sobre un canal de tráfico asignado, sin embargo, cuando la transmisión del usuario excede la capacidad del canal de tráfico asignado, se proporciona al usuario el uso temporal de un canal de desbordamiento para uso conjuntamente con el canal de tráfico asignado.

15

I. Descripción de la técnica relacionada

La presente invención está relacionada con múltiples usuarios que utilizan un recurso de comunicaciones como un transpondedor de satélite. Específicamente está relacionado con hacer la asignación de los recursos de comunicaciones más eficaz. El problema, en el contexto de un transpondedor de satélite, es asignar eficazmente porciones de recurso de comunicaciones fijo del transpondedor a un gran número de usuarios que buscan comunicar información digital entre sí con una variedad de tasas de transmisión de bits y factores de trabajo.

20

El uso de técnicas de modulación de acceso múltiple por división de código (CDMA) es una entre varias técnicas para facilitar las comunicaciones en las que están presentes un gran número de usuarios del sistema. Se conocen en la técnica otras técnicas de sistema de comunicaciones de acceso múltiple, tales como acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA) y esquemas de modulación AM tales como banda lateral única con amplitud compandada (ACSSB). Sin embargo, la técnica de modulación de espectro ensanchado de CDMA tiene ventajas significativas respecto a estas técnicas de modulación para sistemas de comunicaciones de acceso múltiple. El uso de técnicas de CDMA en un sistema de comunicaciones de acceso múltiple se da a conocer en la patente estadounidense nº 4.901.307, titulada "*Spread Spectrum Multiple Access Communication System Using Satellite or Terrestrial Repeaters*", transferida al cesionario de la presente invención. El uso de técnicas de CDMA en un sistema de comunicaciones de acceso múltiple se da a conocer adicionalmente en la patente estadounidense nº 5.103.459, titulada "*System and Method for Generating Signal Waveforms in a CDMA Cellular Telephone System*" transferida al cesionario de la presente invención.

25

30

35

CDMA por su naturaleza inherente de ser una señal de banda ancha ofrece una forma de diversidad de frecuencia ensanchando la energía de señal por un ancho de banda ancho. Por lo tanto, el desvanecimiento de la señal selectivo en frecuencia afecta sólo a una pequeña parte del ancho de banda de la señal CDMA. Se obtiene diversidad de espacio o de trayectoria proporcionando múltiples trayectorias de señal a través de enlaces simultáneos desde un usuario móvil a través de dos o más emplazamientos de célula. Además, puede obtenerse diversidad de trayectoria aprovechando el entorno multitrayectoria a través de procesamiento de espectro ensanchado permitiendo a una señal llegar con diferentes retardos de propagación para recibirse y procesarse por separado. En la patente estadounidense nº 5.101.501 en tramitación junto con la presente titulada "*Soft Handoff in a CDMA Cellular Telephone System*", y la patente estadounidense nº 5.109.390 titulada "*Diversity Receiver in a CDMA Cellular Telephone System*", ambas transferidas al cesionario de la presente invención, se ilustran ejemplos de utilización de diversidad de trayectoria

40

45

Una técnica adicional que puede utilizarse para aumentar la eficacia de la asignación del recurso de comunicaciones es permitir a los usuarios del recurso proporcionar datos con tasas de transmisión variables utilizando de ese modo sólo la mínima cantidad del recurso de comunicaciones para cumplir sus necesidades de servicio. Un ejemplo de fuente de datos con tasa de transmisión variable es un vocodificador con tasa de transmisión variable que se detalla en la patente estadounidense nº 5.414.796, titulada "*Variable Rate Vocoder*," transferida al cesionario de la presente invención. Puesto que el habla contiene de manera inherente periodos de silencio, es decir pausas, la cantidad de datos requerida para representar estos periodos puede reducirse. La vocodificación con tasa de transmisión variable aprovecha de la manera más efectiva este hecho reduciendo la tasa de transmisión de datos para estos periodos de silencio.

50

55

En un vocodificador con tasa de transmisión variable del tipo descrito en la patente estadounidense nº 5.414. 796, mencionada anteriormente, aproximadamente el 40% de los paquetes de voz se codifican con tasa de transmisión completa. En el vocodificador descrito en la solicitud de patente, la tasa de transmisión de codificación se selecciona según la energía del paquete. Cuando la energía del paquete excede un umbral de tasa de transmisión completa se codifica la voz con tasa de transmisión completa. En la patente estadounidense nº 5.742.734, titulada "*Method and Apparatus for Selecting an Encoding Rate in a Variable Rate Vocoder*", transferida al cesionario de la presente invención, se da a conocer un procedimiento para reducir el número de paquetes con tasa de transmisión completa con un mínimo de calidad sacrificada.

60

65

Un codificador de voz con tasa de transmisión variable proporciona datos de voz con tasa de transmisión completa cuando el que habla está hablando activamente, utilizando por tanto la capacidad completa de los paquetes de transmisión. Cuando un codificador de voz con tasa de transmisión variable está proporcionando datos de voz a menos de

la tasa de la tasa de transmisión máxima, hay exceso de capacidad en los paquetes de transmisión. Un procedimiento para transmitir datos adicionales en paquetes de transmisión de un tamaño fijo, en el que la fuente de los datos para los paquetes de datos está proporcionando los datos a una tasa de transmisión variable se describe en detalle en la patente estadounidense n° 5.504.773, titulada "*Method and Apparatus for the Formatting of Data for Transmission*", transferida al cesionario de la presente invención e incorporada por referencia en el presente documento. En la solicitud de patente mencionada anteriormente se da a conocer un procedimiento y aparato para combinar datos de diferentes tipos desde fuentes diferentes en un paquete de datos para transmisión.

Sumario de la invención

Un recurso de comunicaciones se divide normalmente en canales de comunicaciones. Normalmente, por simplicidad, cada uno de esos canales tiene la misma capacidad. Es posible para un sistema de comunicaciones reasignar los canales a los usuarios para cada paquete que va a transmitirse. Esto permitiría teóricamente una asignación con la máxima eficacia del recurso de comunicaciones. Sin embargo, esta técnica daría como resultado complejidad inaceptable en el diseño de receptor y transmisor resultante.

En la presente invención, se da a conocer un procedimiento eficaz para transmitir y recibir datos a tasa de transmisión variable. En la presente invención, se dota a cada usuario de un canal de datos o voz asignado, al que también se hace referencia como un canal de tráfico. Además, se dota a cada usuario de acceso selectivo a un conjunto de canales de voz o datos, a los que se hace referencia como canales de desbordamiento que todos los usuarios del recurso de comunicaciones comparten.

Cuando la tasa de transmisión de un usuario excede la capacidad del canal de tráfico asignado, el sistema de comunicaciones determina si está disponible un canal de desbordamiento para su uso por el usuario. Si está disponible un canal de desbordamiento éste se asigna temporalmente al usuario para la transmisión. Los procedimientos presentados en las realizaciones ejemplares describen los casos en los que un usuario utiliza a lo sumo el canal de tráfico asignado y un canal de desbordamiento único. Sin embargo, los procedimientos descritos en el presente documento pueden extenderse fácilmente a casos en los que un usuario puede requerir más de un canal de desbordamiento además del canal de tráfico asignado.

El procedimiento de la presente invención para la asignación de canales de desbordamiento a usuarios se basa en un concepto al que se hace referencia como multiplexación estadística. En el caso general de multiplexación estadística cualquier canal de desbordamiento en el conjunto común de canales de desbordamiento puede asignarse a cualquier usuario. En una estrategia de asignación de canal de desbordamiento alternativa, cada usuario se limita a utilizar un subconjunto de los canales de desbordamiento. Reduciendo el número de canales de desbordamiento posibles, puede simplificarse el diseño del receptor.

La información de asignación de canal de desbordamiento identifica a un receptor cuál de los canales de desbordamiento posibles, si hay alguno, transportará información importante para ese receptor para ese paquete. La presente invención describe dos clases de técnicas para llevar información de asignación de canal de desbordamiento a un receptor. En un procedimiento la información de asignación de canal de desbordamiento se proporciona explícitamente. En una implementación de asignación de canal de desbordamiento explícita la información de asignación de canal de desbordamiento se lleva al receptor como parte de los paquetes de mensaje que se transmiten por el canal de tráfico o como alternativa sobre un canal separado utilizado para señalización. La información de asignación de canal de desbordamiento explícita puede pertenecer al paquete actual o puede pertenecer a un paquete próximo. El beneficio de enviar la información del canal de desbordamiento por adelantado es reducir la cantidad almacenamiento en memoria intermedia necesaria en el receptor. Esto se consigue a expensas de almacenamiento en memoria intermedia adicional en el transmisor.

El otro procedimiento para proporcionar la información de asignación de canal de desbordamiento es implícitamente. En técnicas de asignación de canal implícitas, la información de asignación de canal de desbordamiento no se proporciona como parte de los paquetes de mensaje que se transmiten por el canal de tráfico ni tampoco es la información proporcionada sobre un canal separado. En una implementación de asignación de canal de tráfico implícita el receptor prueba todos los canales de desbordamiento posibles y determina si uno de los canales de desbordamiento contiene datos para su uso. Esto puede conseguirse codificando la información de identificación de receptor en el paquete de desbordamiento o mediante la combinación del paquete de tráfico y el paquete de desbordamiento correspondiente enlazándose entre sí de una manera que puede detectar el receptor.

Es además un objetivo de la presente invención detallar el diseño de tablas de preasignación equilibradas. Las tablas de preasignación exponen qué canales de desbordamiento pueden utilizarse para transmisiones de información a qué receptores. De lo que se trata con las tablas de preasignación equilibradas es de hacer que la probabilidad de encontrar un canal de desbordamiento disponible para la transmisión sea la misma para todos los receptores. Es otro objetivo de la presente invención describir un procedimiento para llevar a cabo postasignación compatible con una tabla de preasignación. La postasignación es el procedimiento de asignar realmente los canales de desbordamiento para la transmisión. Es una ventaja de la presente invención que los procedimientos de la presente invención puedan ajustarse a las necesidades del usuario en términos de capacidad y probabilidad de bloqueo. Hay descritos procedimientos para determinar el número de canales de desbordamiento necesarios requeridos dada una probabilidad de bloqueo aceptable máxima y la probabilidad de que un canal de desbordamiento se requiera para la transmisión de un paquete particular.

Breve descripción de los dibujos

Las características, objetivos, y ventajas de la presente invención se volverán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta posteriormente cuando se toma conjuntamente con los dibujos, en los que caracteres de referencia iguales identifican de manera correspondiente a través de todos y en los que:

la figura 1 es un diagrama que ilustra una implementación ejemplar de la presente invención en un sistema de comunicaciones por satélite;

la figura 2 es un diagrama de bloques del sistema de transmisión de la presente invención;

las figuras 3a a 3d son una ilustración de estructuras de paquete de transmisión ejemplares de la realización ejemplar;

las figuras 4a a 4e son una ilustración de la redundancia en un paquete de transmisión y el nivel de energía de transmisión del paquete;

la figura 5 es un diagrama de bloques de un sistema receptor para la recepción de datos con asignación de canal de desbordamiento implícita en el que los datos de desbordamiento se codifican junto con los datos de tráfico;

la figura 6 es un diagrama de bloques de un sistema receptor para la recepción de datos con asignación de canal de desbordamiento explícita en el que los datos de desbordamiento se codifican junto con los datos de tráfico;

la figura 7 es un diagrama de bloques de un sistema receptor para la recepción de datos con asignación de canal de desbordamiento implícita en el que los datos de desbordamiento se codifican por separado de los datos de tráfico; y

la figura 8 es un diagrama de bloques de un sistema receptor para la recepción de datos con asignación de canal de desbordamiento explícita en el que los datos de desbordamiento se codifican por separado de los datos de tráfico.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Un recurso de comunicaciones de acceso múltiple se divide en canales. Esta división se llama normalmente multiplexación, siendo tres tipos específicos: multiplexación por división de frecuencia (FDM), multiplexación por división de tiempo (TDM), y multiplexación por división de código (CDM). Se hace referencia a la unidad básica de información transmitida y recibida en un sistema de comunicaciones como un paquete.

Haciendo referencia ahora a las figuras, la figura 1 ilustra una implementación ejemplar de la presente invención en un sistema de comunicaciones por satélite como el sistema por satélite de órbita baja Globalstar™. Debería entenderse sin embargo que la presente invención puede utilizarse en un sistema con base terrestre como en el que se utilizan estaciones base para comunicar con estaciones remotas. En la figura 1, la presente invención se utiliza para la comunicación de enlace descendente de información a una estación de usuario remota o terminal 6 desde la puerta 8 de enlace a través de satélites 4 y 6 que pueden ser de tipos o bien geosíncrono o bien de órbita terrestre baja (LEO). Debería observarse que aunque la implementación ejemplar ilustra la comunicación entre dos satélites y un terminal de usuario, la presente invención es igualmente aplicable para la comunicación desde dos haces separados del mismo satélite y un terminal de usuario. El terminal 2 de usuario puede ser una estación móvil como un teléfono portátil u otro dispositivo de comunicaciones móvil o portátil o el terminal 2 de usuario puede ser un dispositivo de comunicaciones fijo como un terminal de bucle local inalámbrico o un centro de comunicaciones central como una estación base celular. Aunque en la figura 1 sólo se muestran dos satélites, un terminal de usuario único y una única puerta de enlace para facilidad en la ilustración, un sistema típico puede contener una pluralidad de todos.

En la realización ejemplar, los satélites 4 y 6 son transpondedores o repetidores no regenerativos que son normalmente del tipo que simplemente amplifica, cambia de frecuencia y retransmite la señal recibida desde la puerta 8 de enlace. La presente invención es igualmente aplicable a casos en los que los satélites 4 y 6 son repetidores regenerativos que demodulan y reconstituyen la señal antes de la retransmisión. En la realización ejemplar, la señal transmitida por los satélites 4 y 6 al terminal 2 de usuario y la señal transmitida desde la puerta 8 de enlace a los satélites 4 y 6 son señales de espectro ensanchado. La generación de señales de comunicación de espectro ensanchado se describe en detalle en las patentes estadounidenses nº 4.901.307 y 5.103.459 mencionadas anteriormente.

La puerta 8 de enlace sirve como una interfaz de una red de comunicación a los satélites 4 y 6, o directamente a una estación base terrestre (una configuración no mostrada). La puerta 8 de enlace es normalmente un centro de comunicaciones central que recibe datos a través de una red (no mostrada) que incluye redes públicas telefónicas de conmutación (PSTN) y redes diseñadas específicamente para las comunicaciones de la presente invención. La puerta 8 de enlace puede conectarse a la red (no mostrada) mediante comunicaciones alámbricas o por medio de una interfaz aérea.

En la realización ejemplar, la puerta 8 de enlace transmite datos con tasa de transmisión variable al terminal 6 de usuario. Una información de sistema de comunicaciones de datos con tasa de transmisión variable, cuya tasa de transmisión varía con el tiempo. Una implementación de un sistema de comunicaciones de espectro ensanchado

con tasa de transmisión variable se describe en la patente estadounidense nº 5.103.459 mencionada anteriormente. En la realización ejemplar, como en el sistema descrito en la patente estadounidense nº 5.103.459, el recurso de comunicaciones se divide en diferentes canales en el espacio de código, y en la que cada uno de los canales tiene la misma capacidad para transportar información. La diferencia entre el sistema de comunicaciones de la presente invención y el sistema descrito en la patente estadounidense nº 5.103.459 es que en el sistema descrito en la patente estadounidense nº 5.103.459 cada canal puede de manera independiente transportar información a todas las tasas de transmisión posibles mientras que en la presente invención cada canal puede de manera independiente transportar información en un subconjunto de las posibilidades.

En la realización ejemplar, la puerta 8 de enlace se comunica con el terminal 6 de usuario a una de cuatro tasas de transmisión de datos de información diferentes. Debería observarse que los procedimientos descritos en el presente documento son igualmente aplicables a un sistema de comunicaciones con tasa de transmisión variable que prevé cualquier número de tasas de transmisión. Se hace referencia a las tasas de transmisión de datos de la presente invención como tasa de transmisión de octavo, tasa de transmisión de cuarto, tasa de transmisión de medio y tasa de transmisión completa. La tasa de transmisión completa transmite aproximadamente el doble de la información por bit de la tasa de transmisión de medio, la tasa de transmisión de medio transmite aproximadamente el doble de la información por unidad tiempo de la tasa de transmisión de cuarto y la tasa de transmisión de cuarto transmite aproximadamente el doble de la información por unidad tiempo de la tasa de transmisión de octavo. Las relaciones entre las tasas de transmisión de información son aproximadas debido a la inclusión de bits de cabecera en un paquete. En la realización ejemplar, un canal de tráfico tiene la capacidad adecuada para transportar un paquete de datos de todas las tasas de transmisión excepto tasa de transmisión completa que requiere un canal de tráfico más un canal de desbordamiento. Los paquetes con tasa de transmisión completa se dividen en mitades con una primera mitad transmitida sobre un canal de tráfico y una segunda mitad transmitida sobre un canal de desbordamiento.

La presente invención puede extenderse fácilmente a casos en los que hay un número de tasas de transmisión superior o inferior a cuatro, o en los que la tasa de transmisión más alta requiere más de dos canales. También, se prevé que el sistema de comunicaciones de la presente invención comunicará tanto datos con tasa de transmisión fija como datos con tasa de transmisión variable. En la comunicación de datos con tasa de transmisión fija, se asigna un canal o conjunto de canales para uso específico por ese usuario durante la duración del servicio que está proporcionándose.

Es posible que el sistema de comunicaciones pueda utilizar todos los canales en el recurso de comunicaciones como un conjunto general para todos los usuarios. En este tipo de sistema no se asigna canal a un usuario específico, y antes de la transmisión de cada paquete el sistema de comunicaciones asignaría la totalidad del recurso de comunicaciones para la transmisión. Aunque este sistema puede dar como resultado posiblemente una asignación del recurso de la máxima eficacia, da como resultado un nivel inaceptable de complejidad tanto en receptores como en transmisores.

En la realización ejemplar, los canales se dividen en canales de tráfico y canales de desbordamiento. El número de canales en cada grupo puede variar con la utilización del sistema, parámetros de enlace u otros factores. El primer grupo de canales es el grupo de canal de tráfico. Se asigna a cada usuario comunicándose actualmente sobre el sistema de comunicaciones un canal de tráfico o conjunto de canales de tráfico específicamente para su uso durante la duración del servicio. El segundo grupo de canales es el grupo de canales de desbordamiento. Este grupo de canales lo comparten todos los usuarios del sistema de comunicaciones. Los canales de desbordamiento se asignan según se necesiten y se reasignan en intervalos regulares. En la realización ejemplar los canales de desbordamiento se reasignan para cada intervalo de paquetes. Un intervalo de paquetes es el intervalo de tiempo entre transmisiones de paquetes de datos consecutivos.

En una realización preferida, los canales de desbordamiento se asignan considerando todos los paquetes con tasa de transmisión completa que van a transmitirse en un intervalo de paquetes dado. En una realización alternativa, los canales de desbordamiento podrían asignarse individualmente basándose en el primero que lo solicite o según un orden de distribución establecido. Además, el conjunto de canales de desbordamiento disponibles para utilizarse con un canal de tráfico puede ser diferente de los canales de desbordamiento que pueden utilizarse con otros canales de tráfico. En la realización ejemplar, el número de canales de desbordamiento disponibles para cada canal de tráfico es fijo, pero puede permitirse a este número variar con el tiempo según factores como los enumerados anteriormente que influyen en la división de canales totales entre aquellos utilizados como canales de tráfico y aquellos utilizados como canales de desbordamiento.

La figura 2 ilustra el sistema de transmisión de la presente invención. En la primera realización ejemplar del sistema de transmisión de la presente invención, cuando un paquete para la transmisión es un paquete con tasa de transmisión completa, una porción de canal de tráfico del paquete de datos y una porción de canal de desbordamiento del paquete de datos se codifican juntos y los datos de asignación de canal de desbordamiento se proporcionan implícitamente. Como se describió anteriormente, en una implementación implícita de asignación de canal de desbordamiento, la información de asignación de canal no se transmite al receptor. En su lugar el receptor demodula y descodifica información sobre su canal de tráfico asignado e información sobre todos los canales de desbordamiento posibles y determina si alguna de las informaciones proporcionadas sobre los canales de desbordamiento es una segunda porción de un paquete enviado sobre el canal de tráfico.

Los datos de entrada para la transmisión se proporcionan a la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable que codifica los datos de entrada. La fuente de datos con tasa de transmisión variable puede codificar los datos de

modo que sea más robusta a errores de transmisión, o puede comprimir los datos de modo que la transmisión de los datos requiera menos del recurso de comunicaciones para la transmisión o alguna combinación de los dos. En la realización ejemplar, la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable proporciona datos a cuatro tasas de transmisión diferentes a las que se hace referencia como tasa de transmisión completa, tasa de transmisión de medio, 5 tasa de transmisión de cuarto y tasa de transmisión de octavo. Como se indicó anteriormente, la presente invención es igualmente aplicable para fuentes de datos que proporcionan datos a cualquier número de tasas de transmisión. En la realización ejemplar, la información con tasa de transmisión completa se proporciona a 8,6 kbps en paquetes de 172 bits, la información con tasa de transmisión de medio se proporciona a 4 kbps en paquetes de 80 bits, la información de 10 tasa de transmisión de cuarto se proporciona a 1,7 kbps en paquetes de 34 bits, y la información de tasa de transmisión de octavo se proporciona a 800 bps en paquetes de 16 bits.

La tabla 1 ilustra a continuación la numeración utilizada en la realización ejemplar de la presente invención.

TABLA 1

Numeración ejemplar de la presente invención

Parámetro					Unidades
Tasa de transmisión de datos	9600	4800	2400	1200	bps
Tasa de transmisión de elementos de código PN	1,238	1,238	1,238	1,238	Mcps
Tasa de transmisión de código	1/2	1/2	1/2	1/2	bits/ símbolo de código
Repetición de código	1	1	2	4	
# de canales	2	1	1	1	
Modulación	BPSK	BPSK	BPSK	BPSK	

La presente invención es igualmente aplicable a otras numeraciones. El número de bits especificado como la tasa de transmisión de datos difiere de las tasas de transmisión de información debido a la inclusión de bits de cabecera en el paquete. Posteriormente se describe una descripción detallada de estos bits adicionales en el presente documento.

La realización ejemplar de la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable es un vocodificador con tasa de transmisión variable como se describe en la patente estadounidense nº 5.414.796 mencionada anteriormente. En este caso, la entrada a la fuente 20 de datos es un paquete de muestras de voz y la salida de la fuente 20 de datos es un paquete que contiene una representación comprimida de las muestras de voz. En la realización ejemplar de un vocodificador con tasa de transmisión variable, la energía de un paquete de muestras de voz se mide y compara si con un conjunto predeterminado de valores umbral que determinan la tasa de transmisión de codificación. Generalmente si el paquete de muestras de habla contiene voz activa, entonces el paquete se descodifica con tasa de transmisión completa. La patente estadounidense nº 5.742.734 mencionada anteriormente enseña procedimientos para reducir el número de paquetes codificados con tasa de transmisión completa con mínimo impacto en la calidad de percepción. La patente estadounidense nº 5.742.734 describe cómo seleccionar paquetes que se codificarían de otro modo con tasa de transmisión completa y marca estos paquetes para codificarlos a una tasa de transmisión más baja. Los procedimientos enseñados en la patente estadounidense nº 5.742.734 pueden utilizarse conjuntamente con el vocodificador de la patente estadounidense nº 5.414.796 para reducir el número de paquetes codificados con tasa de transmisión completa con un impacto mínimo en la calidad percibida.

La fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable codifica los datos de entrada y los proporciona a una de las tasas de transmisión predeterminadas. En la realización ejemplar, un canal de tráfico puede transportar paquetes codificados a o por debajo de la tasa de transmisión de medio. Cuando se codifica un paquete de datos mediante la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable con tasa de transmisión completa, entonces el tamaño del paquete excede la capacidad de un canal de tráfico asignado y debe transmitirse utilizando tanto un canal de tráfico como un canal de desbordamiento.

Si el paquete de datos proporcionado por la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable es un paquete con tasa de transmisión de medio, con tasa de transmisión de cuarto o con tasa de transmisión de octavo, entonces la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable proporciona el paquete directamente al formateador 24. El formateador 24 genera un conjunto de bits redundantes según procedimientos de detección y corrección de errores que son ampliamente conocidos en la técnica. En la realización ejemplar, los bits redundantes son bits de comprobación de redundancia cíclica (CRC), la generación se detalla en la patente estadounidense nº 5.504.773 mencionada anteriormente.

ES 2 287 939 T3

Las figuras 3a a 3d ilustran las estructuras de paquete de la realización ejemplar. La figura 3a ilustra la estructura de paquete de un paquete con tasa de transmisión completa que está constituido por 172 símbolos de información seguidos por 12 símbolos redundantes (F) y luego por 8 símbolos de cola (T). La figura 3b ilustra la estructura de paquete de un paquete con tasa de transmisión de medio que está constituido por 80 símbolos de información seguidos por 8 símbolos redundantes y luego por 8 símbolos de cola. La figura 3c ilustra la estructura de paquete de un paquete con tasa de transmisión de cuarto que está constituido por 34 símbolos de información seguidos por 6 símbolos redundantes y luego por 8 símbolos de cola. La figura 3d ilustra la estructura de paquete de un paquete con tasa de transmisión de octavo que está constituido por 16 símbolos de información seguidos por 8 símbolos de cola. En la realización ejemplar los símbolos de cola son una serie de ceros binarios utilizados para vaciar la memoria del codificador 26 y para permitir que los paquetes se descodifiquen por separado en el descodificador en el sistema receptor.

El formateador 24 manda el paquete al codificador 26 que codifica el paquete en símbolos codificados. En la realización ejemplar, el codificador 26 es un codificador convolucional con tasa de transmisión 1/2. En una realización ejemplar, el codificador convolucional se implementa utilizando un registro de desplazamiento digital con retroalimentación. El codificador 26 proporciona el paquete codificado al intercalador 28.

El intercalador 28 reordena los dígitos binarios del paquete codificado según un formato de intercalador predeterminado. En la realización ejemplar, el intercalador 26 es un intercalador de bloque. En un intercalador de bloque, los datos son entradas en las columnas y salida en las filas, aumentando así la diversidad de los datos. Además, la implementación del intercalador 28 para la presente invención proporciona redundancia en los paquetes de manera que cada paquete es de capacidad completa constituido por el mismo número de dígitos binarios. La adición de redundancia se describe posteriormente.

Haciendo referencia a las figuras 4a a 4e, el intercalador 28 intercala los dígitos binarios del paquete, entonces agrupa los dígitos binarios reordenados en símbolos. Los dígitos binarios pueden ser los propios símbolos o los dígitos binarios que comprenden los símbolos. En la realización ejemplar, cada grupo de control de potencia (P1 - P32) está constituido por 24 dígitos binarios. Las figuras 4a y 4b ilustran el formato de paquete para un paquete con tasa de transmisión completa. El paquete se divide en mitades con la primera mitad del paquete con tasa de transmisión completa ilustrado en la figura 4a transmitida sobre el canal de tráfico y la segunda mitad del paquete con tasa de transmisión completa ilustrada en la figura 4b transmitida sobre el canal de desbordamiento. Obsérvese que no hay presente redundancia en ambas mitades del paquete, porque la transmisión de un paquete con tasa de transmisión completa utiliza la totalidad de la capacidad de tanto el canal de tráfico asignado como del canal de desbordamiento acompañante. La figura 4c ilustra un paquete de tráfico con tasa de transmisión completa. Obsérvese que debido a que la transmisión del paquete con tasa de transmisión de medio utiliza la capacidad completa del canal de tráfico, no se proporciona repetición en el paquete. La figura 4d ilustra un paquete con tasa de transmisión de cuarto, en el que cada símbolo se proporciona dos veces. La figura 4e ilustra un paquete de tráfico con tasa de transmisión de octavo, en el que cada símbolo se proporciona cuatro veces. La ordenación de los grupos de control de potencia en las figuras 4d a 4e proporciona separación promedio máxima entre un grupo de control de potencia y su duplicado. De esta manera, potencialmente, si se pierde un grupo de control de potencia en la transmisión, la información puede recuperarse utilizando el duplicado y viceversa. La ordenación de los grupos de control de potencia en las figuras 4a a 4e es para fines ejemplares y la presente invención se aplica igualmente a todas las ordenaciones.

El paquete intercalado se proporciona mediante el intercalador 28 al modulador 30. El modulador 30 modula el paquete con el fin de proporcionar el paquete sobre el canal de tráfico asignado. En la realización ejemplar el modulador 30 es un modulador de acceso múltiple por división de código (CDMA) como se describe en detalle en las patentes estadounidenses nº 4.901.307 y 5.103.459. En la realización ejemplar, cada paquete se ensancha mediante una secuencia Walsh (W_n) que es única para ese canal de tráfico y que es ortogonal a todas las otras secuencias Walsh utilizadas por todos los otros canales tráfico y canales de desbordamiento. El paquete ensanchado se cubre entonces utilizando una secuencia de ruido pseudoaleatorio (PN) que proporciona mayor separación en el espacio de código. Cada canal de tráfico y canal de desbordamiento se distingue únicamente por su secuencia Walsh. Hay un número limitado de secuencias ortogonales disponibles, de modo que cuanto mayor es el número de canales de desbordamiento disponibles menores los canales de tráfico disponibles. A la inversa, cuántos más canales de tráfico que están asignados, menor es el número de canales de desbordamiento disponibles. Esto ilustra cómo la capacidad del sistema está en equilibrio con la probabilidad de una trama con tasa de transmisión completa que está bloqueada de la transmisión. Permitir que varíe el número de canales de desbordamiento con el uso y la calidad de la trayectoria de propagación permite la máxima utilidad del recurso de comunicaciones. En un sistema de asignación de canal implícita, esto requiere información de señalización o cabecera adicional con el fin de mantener a los receptores remotos al corriente del número de canales de desbordamiento posibles. En sistemas de asignación de canal tanto implícitos como explícitos, esto implica complejidad aumentada en el sistema de transmisión y en particular complejidad aumentada en el controlador 40 de célula. El modulador 30 proporciona el paquete modulado al transmisor 36, cuya frecuencia convierte ascendentemente y amplifica el paquete modulado, y lo proporciona a la antena 38 que emite la señal.

Debido a que el receptor de la presente invención puede combinar la energía recibida de los símbolos proporcionados redundantemente, no es necesario transmitir paquetes que contienen repetición en la misma energía que paquetes que no contienen repetición. En la realización ejemplar, la energía para la transmisión de un paquete sube inversamente con la cantidad de repetición presente en el paquete. El transmisor 34 recibe una señal de tasa de transmisión (TASA DE TRANSMISIÓN) desde el controlador 40 de célula y amplifica la señal según la tasa de transmisión indicada por la señal de tasa de transmisión.

ES 2 287 939 T3

La relación entre la energía de transmisión necesaria y la cantidad de repetición se ilustra en las figuras 4a a 4e. Las figuras 4a y 4b ilustran los paquetes de desbordamiento y de tráfico requeridos para transportar un paquete de datos con tasa de transmisión completa. Un paquete con tasa de transmisión completa requiere la totalidad de la capacidad de tanto el canal de desbordamiento como el canal de tráfico, por lo que no se proporciona repetición en cada paquete y se transmiten en un nivel de energía de paquete máximo E tanto el paquete de desbordamiento como el paquete de tráfico. De nuevo, en la figura 4c, en un paquete con tasa de transmisión de medio, no hay repetición, por lo que el paquete se proporciona a un nivel de energía E. En la figura 4d, en un paquete con tasa de transmisión de cuarto, hay una tasa de repetición de dos por lo que el paquete se proporciona a la mitad de la energía de paquete del paquete con tasa de transmisión de medio o E/2. En la figura 4e, en un paquete con tasa de transmisión de octavo, hay una tasa de repetición de cuatro, por lo que el paquete se proporciona a un cuarto de la energía de paquete de la energía de paquete del paquete con tasa de transmisión de medio o E/4.

En el caso de transmitir un paquete con tasa de transmisión completa, la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable proporciona el paquete o paquetes al selector 22 y envía una señal de solicitud (SOL) al controlador 40 de célula. El controlador 40 de célula determina si está disponible un canal de desbordamiento y proporciona una señal de indicación de tasa de transmisión (TASA DE TRANSMISIÓN) al selector 22 que indica si un canal de desbordamiento de los μ canales de desbordamiento potenciales está disponible. Como se describió anteriormente, μ puede ser el conjunto de todos los posibles canales no designados para uso como canales de tráfico o ν puede ser un subconjunto de aquellos canales para uso por el receptor a los que va a enviarse el mensaje.

Cuando la tasa de transmisión del paquete proporcionado por la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable es tasa de transmisión completa, hay varias realizaciones de fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable para proporcionar el paquete con tasa de transmisión completa. La primera realización de la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable genera el paquete con tasa de transmisión completa independientemente de la disponibilidad de un canal de desbordamiento. En el caso de que no esté disponible un canal de desbordamiento, entonces no se transmite ningún paquete y se detecta un borrado de paquete en el receptor. Debido a que los paquetes son de corta duración de tiempo un usuario no se verá afectado negativamente por el paquete aislado suprimido. En este caso, se proporciona un paquete con tasa de transmisión completa al selector 22, que o bien proporciona el paquete con tasa de transmisión completa al formateador 24 si está disponible un canal de desbordamiento o bien no proporciona ningún paquete si no está disponible un canal de desbordamiento.

Una segunda realización de la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable proporciona tanto un paquete con tasa de transmisión completa como con tasa de transmisión de medio simultáneamente representativos de los mismos datos de entrada (es decir, la voz de entrada se codifica a diferentes tasas de transmisión). Si está disponible un canal de desbordamiento, entonces se transmite el paquete con tasa de transmisión completa. Si no está disponible un canal de desbordamiento, entonces se transmite el paquete con tasa de transmisión de medio. En este caso la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable proporciona por separado dos paquetes codificados al selector 22. Si está disponible un canal de desbordamiento, entonces el selector 22 proporciona el paquete con tasa de transmisión completa al formateador 24. Si no está disponible un canal de desbordamiento, entonces el selector 22 proporciona el paquete con tasa de transmisión de medio al formateador 24.

Una tercera realización de la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable codifica la salida de datos mediante la fuente 20 de datos variable de manera que los datos del paquete con tasa de transmisión de medio es un subconjunto del paquete con tasa de transmisión completa. Esto puede conseguirse en dos realizaciones alternativas. En la primera implementación, la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable puede diseñarse para optimizar la calidad de tasa de transmisión de medio con dígitos binarios adicionales añadidos al paquete en el caso de que esté disponible un canal de desbordamiento. En una realización alternativa, la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable puede optimizarse para calidad de voz con tasa de transmisión completa con los datos menos significativos perceptivamente suprimiéndose o truncándose si no está disponible un canal de desbordamiento.

En esta tercera realización de la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable, la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable proporciona un paquete con tasa de transmisión completa al selector 22. Si está disponible un canal de desbordamiento, entonces el selector 22 proporciona el paquete con tasa de transmisión completa entero al formateador 24. Si no está disponible un canal de desbordamiento, entonces el selector 22 proporciona sólo un subconjunto predeterminado del paquete con tasa de transmisión completa al formateador 24. En los casos descritos anteriormente, si no está disponible un canal de desbordamiento, entonces el selector 22 proporciona un paquete con tasa de transmisión de medio o menor y la transmisión del paquete continúa como se describió anteriormente.

Si está disponible un canal de desbordamiento, entonces el controlador 40 de célula proporciona una señal TASA DE TRANSMISIÓN al selector 22 que indica que está disponible un canal de desbordamiento, y el selector 22 proporciona el paquete con tasa de transmisión completa al formateador 24. En la realización ejemplar, el formateador 24 formatea el paquete como se ilustra en la figura 3a agregando 12 bits redundantes y 8 bits de cola al paquete mandado. El formateador 24 manda su paquete al codificador 26. El codificador 26 codifica el paquete como se describió anteriormente y proporciona el paquete codificado al intercalador 28.

El intercalador 28 puede operar de una entre dos maneras. O bien puede reordenar el paquete completo como una unidad o bien puede dividir el paquete por la mitad y reordenar cada mitad de manera independiente. En ambos casos,

ES 2 287 939 T3

el intercalador 28 proporciona una primera mitad del paquete intercalado al modulador 30 para la transmisión sobre el canal de tráfico asignado y proporciona una segunda mitad al modulador 32 para la transmisión sobre el canal de desbordamiento asignado. Como se describió anteriormente, el modulador 30 modula el paquete para proporcionar el paquete sobre el canal de tráfico asignado. El modulador 32 modula la segunda mitad del paquete proporcionado por el intercalador 28 para proporcionarse sobre el canal de desbordamiento asignado.

El modulador 32 modula el paquete según la señal de ASIGNACIÓN DE CANAL desde el controlador 40 de célula que indica la identidad del canal de desbordamiento asignado. En la realización ejemplar, el modulador 32 ensancha el paquete mediante una única secuencia Walsh, (W_i), que se determina según la señal de ASIGNACIÓN DE CANAL. La secuencia Walsh (W_i) es única para las transmisiones sobre el canal de desbordamiento seleccionado garantizando que la señal será ortogonal a todas las otras señales transmitidas. Como se describió anteriormente la señal ensanchada se ensancha entonces de nuevo mediante una secuencia de ruido pseudoaleatorio.

Los moduladores 30 y 32 proporcionan los paquetes modulados al transmisor 34, que convierte ascendientemente y amplifica los paquetes modulados y los proporciona a la antena 36, que emite la señal. En este caso, debido a que no hay repetición, el paquete se transmite con energía de paquete E como se muestra en las figuras 4a y 4b.

Haciendo referencia ahora a la figura 5, la señal emitida por la antena 36 de la figura 2 se recibe en el terminal de usuario mediante la antena 50 y se proporciona al receptor 52 (RECEP). El receptor 52 convierte descendientemente y amplifica la señal recibida y proporciona la señal recibida a al menos un circuito de demodulación o "dedo" de un receptor RAKE en el caso de utilizar un diseño de este tipo. Cada dedo se comprende de un demodulador 54 de tráfico y demoduladores 55a a 55v de desbordamiento. Debería observarse que v es el número de canales de desbordamiento que podrían utilizarse posiblemente conjuntamente con el canal de tráfico en cuestión. Obsérvese que v puede ser el número total de canales de desbordamiento potenciales o puede ser un subconjunto predeterminado de los canales de desbordamiento potenciales.

En la realización ejemplar, el demodulador 54 de tráfico y los demoduladores 55a a 55v de desbordamiento son demoduladores CDMA como se da a conocer en las patentes estadounidenses n° 4.901.307 y 5.103.459 mencionadas anteriormente. El demodulador 54 de tráfico y los demoduladores 55a a 55v de desbordamiento son demoduladores de manipulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK). El demodulador 54 de tráfico desensancha la señal recibida y recupera además los datos de tráfico mediante el desensanchado mediante la secuencia Walsh asignada. Los demoduladores de desbordamiento también desensanchan la señal recibida y reciben además los datos de desbordamiento desensanchando mediante una asignada respectivamente de las diversas secuencias Walsh asignadas a los canales de desbordamiento.

El demodulador 54 de tráfico demodula el paquete recibido según el canal de tráfico asignado y proporciona el paquete demodulado a la memoria 56 intermedia. La memoria 56 intermedia almacena temporalmente el paquete de tráfico demodulado y proporciona el paquete según una secuencia de sincronismo predeterminada.

La señal recibida también se proporciona a los v demoduladores 55a a 55v de desbordamiento. Los demoduladores 55a a 55v de desbordamiento demodulan cada uno la señal recibida según un canal de desbordamiento diferente. Cada uno de los demoduladores 55a a 55v de desbordamiento proporciona un paquete demodulado separado a la memoria 56 intermedia. La memoria 56 intermedia almacena temporalmente los paquetes de desbordamiento demodulados y proporciona los paquetes según una secuencia de sincronismo predeterminada.

La memoria 56 intermedia proporciona los paquetes demodulados al desintercalador 57 de tal manera que pueden probarse todas las posibles hipótesis de transmisión. En la realización ejemplar, las hipótesis de transmisión se prueban en el orden siguiente: tasa de transmisión de octavo, tasa de transmisión de cuarto, tasa de transmisión de medio, tasa de transmisión completa que utiliza el canal 1 de desbordamiento para transportar la segunda mitad del paquete, tasa de transmisión completa que utiliza el canal 2 de desbordamiento para transportar la segunda mitad del paquete, ..., tasa de transmisión completa que utiliza el canal v de desbordamiento para transportar la segunda mitad del paquete.

En la realización ejemplar, la memoria 56 intermedia proporciona en primer lugar el paquete de tráfico demodulado al desintercalador 57, que reordena los datos según un formato de ordenación con tasa de transmisión de octavo. El desintercalador 57 proporciona el paquete reordenado al descodificador 58, que descodifica el paquete y asigna al paquete descodificado un valor que indica la probabilidad de que el paquete transmitido sea un paquete con tasa de transmisión de octavo. En la realización ejemplar el descodificador 58 es un descodificador Viterbi de longitud 7 limitada. Los descodificadores Viterbi de este tipo se describen en detalle en la patente estadounidense n° 5.844.922.

A continuación, la memoria 56 intermedia proporciona el paquete de tráfico demodulado al desintercalador 57 que reordena los datos según un formato de ordenación con tasa de transmisión de cuarto. El desintercalador 57 proporciona el paquete reordenado al descodificador 58, que descodifica el paquete y asigna al paquete descodificado un valor que indica la probabilidad de que el paquete transmitido sea un paquete con tasa de transmisión de cuarto.

A continuación, la memoria 56 intermedia proporciona el paquete de tráfico demodulado al desintercalador 57 que reordena los datos según un formato de ordenación con tasa de transmisión de medio. El desintercalador 57

ES 2 287 939 T3

proporciona el paquete reordenado al descodificador 58, que descodifica el paquete y asigna al paquete descodificado un valor que indica la probabilidad de que el paquete transmitido sea un paquete con tasa de transmisión de medio.

A continuación, la memoria 56 intermedia proporciona el paquete de tráfico demodulado concatenado con el paquete de desbordamiento demodulado desde el demodulador 1 de desbordamiento, bloque 55a, al desintercalador 57 que reordena los datos según un formato de ordenación con tasa de transmisión completa. El desintercalador 57 proporciona el paquete reordenado al descodificador 58, que descodifica el paquete y asigna al paquete descodificado un valor que indica la probabilidad de que el paquete transmitido sea un paquete con tasa de transmisión completa con la segunda mitad del paquete transmitida sobre el canal 1 de desbordamiento.

A continuación, la memoria 56 intermedia proporciona entonces el paquete de tráfico demodulado concatenado con el paquete de desbordamiento demodulado desde el demodulador 2 de desbordamiento, bloque 55b, al desintercalador 57 que reordena los datos según un formato de ordenación con tasa de transmisión completa. El desintercalador 57 proporciona el paquete reordenado al descodificador 58, que descodifica el paquete y asigna al paquete descodificado un valor que indica la probabilidad de que el paquete transmitido sea un paquete con tasa de transmisión completa con la segunda mitad del paquete transmitida sobre el canal 2 de desbordamiento. El proceso se repite para cada uno de los v canales de desbordamiento posibles. Al final del proceso todos los paquetes descodificados se proporcionan al elemento 60 combinador de diversidad, que junto con estimaciones de paquetes descodificados de otras trayectorias de propagación demodulados por otros dedos se combinan para proporcionar una estimación mejorada del paquete transmitido. El diseño de elementos combinadores de diversidad se describe en detalle en la patente estadounidense nº 5.109.390.

En la segunda realización ejemplar del sistema de transmisión de la presente invención, las porciones de tráfico del paquete de datos y las porciones de desbordamiento del paquete de datos se codifican juntas y los datos de asignación de canal de desbordamiento se proporcionan explícitamente. En una implementación de asignación de canal de desbordamiento explícita, la información de asignación de canal se transmite con los datos de tráfico. La asignación de canal de desbordamiento explícita reduce enormemente la operación de descodificación en el receptor porque el receptor sabe sobre qué canal de desbordamiento se proporcionarán los datos de desbordamiento. La asignación de canal de desbordamiento explícita reduce la cantidad de información que puede proporcionarse sobre el canal de tráfico.

Haciendo referencia de vuelta a la figura 2, los datos de entrada para la transmisión se proporcionan a la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable. La fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable proporciona datos a cuatro tasas de transmisión diferentes. Si la tasa de transmisión del paquete es inferior a la completa, el sistema de transmisión opera de manera idéntica al sistema de transmisión de la primera realización ejemplar. Cuando la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable proporciona un paquete con tasa de transmisión completa al selector 22, proporciona una señal de solicitud correspondiente al controlador 40 de célula. Si no está disponible un canal de desbordamiento, entonces el selector 22 proporciona un paquete con tasa de transmisión de medio o inferior y la transmisión del paquete continúa como se describió anteriormente.

Si está disponible un canal de desbordamiento, entonces el controlador 40 de célula proporciona una señal TA-SA DE TRANSMISIÓN al selector 22 que indica que está disponible un canal de desbordamiento, y el selector 22 proporciona el paquete con tasa de transmisión completa al formateador 24. El controlador 40 de célula, también, proporciona una señal de asignación de canal al formateador 24. La señal de asignación de canal está constituida por b símbolos binarios, en que b es el entero más pequeño de manera que:

$$b \geq \log_2 v, \quad (1)$$

Donde v es el número de canales de desbordamiento posibles para transportar la segunda parte del paquete de datos con tasa de transmisión completa.

En la realización ejemplar, formateador 24 formatea el paquete como se ilustra en la figura 3a. Los datos de asignación de canal explícitos pueden sustituir cualquier porción del paquete. En una realización preferida, los bits de asignación de canal sustituyen una fracción de los bits de cola en el paquete. En otra realización preferida, los bits de asignación de canal se proporcionan en la porción más a la izquierda del paquete, porque esta parte del paquete se descodifica primero en el receptor.

El formateador 24 manda su paquete al codificador 26. El codificador 26 codifica el paquete como se describió anteriormente y proporciona el paquete codificado al intercalador 28. En la segunda realización ejemplar, el intercalador 28 intercala la porción de canal de tráfico del paquete con tasa de transmisión completa por separado de la porción de canal de desbordamiento del paquete con tasa de transmisión completa. El paquete de canal de tráfico intercalado se proporciona al modulador 30 y el paquete de canal de desbordamiento intercalado se proporciona al modulador 32.

Como se describió anteriormente, el modulador 30 modula el paquete de canal de tráfico para proporcionar el paquete sobre el canal de tráfico asignado. El modulador 32 modula el paquete de canal de desbordamiento proporcionado mediante el intercalador 28 para proporcionarse sobre el canal de desbordamiento asignado. Como se describió anteriormente, el modulador 32 modula el paquete según la señal ASIGNACIÓN DE CANAL del controlador 40 de célula que indica la identidad del canal de desbordamiento asignado.

ES 2 287 939 T3

Los moduladores 30 y 32 proporcionan el paquete modulado al transmisor 36, que convierte ascendentemente y amplifica el paquete modulado y lo proporciona a la antena 38, que emite la señal. En este caso debido a que no hay repetición del paquete se transmitirá en el nivel de energía de paquete E como se muestra en las figuras 4a y 4b.

5 Haciendo referencia ahora a la figura 6, la emisión de señal por la antena 36 de la figura 2 se recibe mediante la antena 70 y se proporciona al receptor 72 (RECEP). El receptor 72 convierte descendentemente y amplifica la señal recibida y proporciona la señal recibida al demodulador 74 de tráfico y a la memoria 76 intermedia. La recepción de paquetes que son de una tasa de transmisión inferior a la tasa de transmisión completa continúa como se describió previamente.

10 En la realización ejemplar, el demodulador 74 de tráfico y el demodulador 78 de desbordamiento son demoduladores de acceso múltiple por división de código (CDMA) como se da a conocer en las patentes estadounidenses n° 4.901.307 y 5.103.459 mencionadas anteriormente. De nuevo, en la realización ejemplar, el demodulador 74 de tráfico y el demodulador 78 de desbordamiento son demoduladores de manipulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK).

15 En la recepción de paquetes con tasa de transmisión completa, el demodulador 74 de tráfico demodula el paquete recibido según el canal de tráfico asignado y proporciona el paquete demodulado al desintercalador 80. El desintercalador 80 reordena los símbolos binarios del paquete de canal de tráfico y proporciona el paquete reordenado al descodificador 82. El descodificador 82 descodifica el paquete. De nuevo, en la realización ejemplar el descodificador 58 es un descodificador Viterbi. Los descodificadores Viterbi se describen en detalle en la patente estadounidense n° 5.844.922 mencionada anteriormente.

20 El descodificador 82 proporciona una señal de asignación de canal al demodulador 78 de desbordamiento. El descodificador puede descodificar la totalidad del paquete de canal de tráfico antes de proporcionar los datos de asignación de canal de desbordamiento al demodulador 78 de desbordamiento. Sin embargo, en una realización preferida, los datos de asignación de canal se proporcionan en la porción más a la izquierda del paquete de manera que son los primeros datos descodificados por el descodificador 82. Esto reduce el tamaño requerido de la memoria 76 intermedia y permite descodificación más rápida de la totalidad del paquete con tasa de transmisión completa.

30 Después de que el descodificador 82 proporciona la señal de asignación de canal al demodulador 78 de desbordamiento, el descodificador 82 proporciona una señal de sincronismo a la memoria 76 intermedia. La memoria 76 intermedia, en respuesta a la señal de sincronismo, proporciona el paquete recibido al demodulador 78 de desbordamiento. El demodulador 78 de desbordamiento demodula el paquete recibido según la señal de asignación de canal y proporciona el paquete demodulado al desintercalador 80. El desintercalador 80, como se describió previamente, reordena los datos en el paquete de desbordamiento demodulado y proporciona el paquete reordenado al descodificador 82. El descodificador 82 descodifica la porción de desbordamiento del paquete. El descodificador 82 concatena el paquete de canal de tráfico descodificado con el paquete de canal de desbordamiento descodificado y proporciona el resultado al elemento 84 combinador de diversidad. El elemento 84 combinador recibe la estimación de paquetes descodificados desde el descodificador 82 y estimaciones de paquetes de estimaciones descodificadas desde otros
40 dedos. El combinador 84 opera, como se describió con respecto al elemento 60 combinador, para proporcionar una estimación de paquete mejorada.

45 En la tercera realización ejemplar del sistema de transmisión de la presente invención, las porciones de tráfico del paquete de datos y las porciones de desbordamiento del paquete de datos se codifican juntas y los datos de asignación de canal de desbordamiento se proporcionan explícitamente. En la tercera realización ejemplar, los datos de asignación de canal proporcionados explícitamente se refieren al siguiente paquete de datos en contraposición al paquete actual como se describió en la segunda realización. Proporcionar los datos de asignación de canal por adelantado reduce la complejidad necesaria del sistema de recepción acompañante.

50 De nuevo, haciendo referencia de nuevo a la figura 2, se proporcionan los datos de entrada para la transmisión a la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable. La fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable codifica el paquete de datos actual y determina la tasa de transmisión de codificación para el siguiente paquete de datos. Si la tasa de transmisión del siguiente paquete de datos es tasa de transmisión completa, la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable envía una señal de solicitud (SOL) al controlador 40 de célula. En respuesta a la señal de solicitud, el controlador 40 de célula determina si está disponible un canal de desbordamiento para transmitir el siguiente paquete de datos.

55 Si está disponible un canal de desbordamiento para transmitir el siguiente paquete de datos, el controlador 40 de célula proporciona una señal de asignación de canal de paquete siguiente (NFCA) al formateador 24. El selector 22 proporciona el paquete actual como se describió anteriormente al formateador 24. El formateador 24 combina la información de asignación de canal de paquete siguiente con datos de información, los datos redundantes y bits de cola, y proporciona el paquete al codificador 26. Debido a que los datos de asignación de canal se proporcionan por adelantado, no es necesario proporcionar los datos de asignación de canal en la porción más a la izquierda del paquete. El codificador 26 codifica el paquete como se describió previamente y proporciona el paquete codificado al intercalador 28.

60 El intercalador 28 reordena los símbolos binarios en el paquete actual. Si el paquete actual es un paquete con tasa de transmisión completa, entonces el paquete puede intercalarse como una unidad única como se describió en la

ES 2 287 939 T3

primera realización ejemplar o el paquete puede intercalarse en dos mitades separadas como se describió en la segunda realización ejemplar.

5 Si el paquete actual es inferior a la tasa de transmisión completa, se proporciona mediante el intercalador 28 al modulador 30. El paquete intercalado se modula según el canal de tráfico sobre el que va a transmitirse el paquete y se proporciona entonces al transmisor 34 en el que el paquete se convierte ascendentemente y amplifica y entonces se emite a través de la antena 36. Si el paquete actual es de tasa de transmisión completa, se proporciona mediante el intercalador 28 a los moduladores 30 y 32. El paquete intercalado se modula mediante el modulador 30 para proporcionar
10 asignado. El paquete se proporciona entonces mediante los moduladores 30 y 32 al transmisor 34 en el que se convierte ascendentemente y amplifica y entonces se emite mediante la antena 36.

15 En una realización mejorada, el controlador 40 de célula determina si está disponible un canal de desbordamiento para la transmisión de la trama posterior y si no el controlador 40 de célula envía un mensaje a la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable que recodifica la trama posterior a una tasa de transmisión que puede transmitirse sin utilizar un canal de desbordamiento.

20 Haciendo ahora referencia de nuevo a la figura 6, la señal emitida por la antena 36 de la figura 2 se recibe mediante la antena 70 y se proporciona al receptor 72 (RECEP). El receptor 72 convierte descendentemente y amplifica la señal recibida y proporciona la señal recibida al demodulador 74 de tráfico y como se ilustra en línea discontinua directamente al demodulador 78 de desbordamiento. En esta implementación, no se utiliza la memoria 76 intermedia.

25 El demodulador 74 de tráfico demodula el paquete recibido según el canal de tráfico asignado y proporciona el paquete demodulado al desintercalador 80. Si el paquete recibido previamente contenía información de asignación de canal para el paquete actual, entonces se proporciona esta información mediante la memoria 83 intermedia al demodulador 78 de desbordamiento. El demodulador 78 de desbordamiento demodula la señal recibida según la información de asignación de canal de desbordamiento proporcionada en el paquete previo.

30 El demodulador 74 de tráfico proporciona la porción de tráfico demodulada del paquete transmitido al desintercalador 80. El desintercalador 80 reordena el paquete según un formato de desintercalación predeterminado y proporciona el paquete reordenado al descodificador 82. El descodificador 82 descodifica el paquete. Si hay datos de asignación de canal para el siguiente paquete presentes en el paquete descodificado, entonces el descodificador 82 proporciona los datos de asignación de canal para el siguiente paquete a la memoria 83 intermedia. El descodificador 82 también proporciona el paquete descodificado al elemento 84 combinador que combina la estimación descodificada desde el
35 descodificador 82 con estimaciones descodificadas desde otros dedos para proporcionar una estimación descodificada mejorada.

40 En la cuarta realización ejemplar del sistema de transmisión de la presente invención, las porciones de tráfico del paquete de datos y las porciones de desbordamiento del paquete de datos se codifican por separado y los datos de asignación de canal de desbordamiento se proporcionan implícitamente.

45 De nuevo haciendo referencia de vuelta a la figura 2, los datos de entrada para la transmisión se proporcionan a la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable. Si el paquete de datos proporcionado mediante la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable es un paquete con tasa de transmisión de medio, con tasa de transmisión de cuarto o con tasa de transmisión de octavo, entonces el sistema de transmisión opera como se describió en la primera realización ejemplar. Si el paquete es un paquete con tasa de transmisión completa, entonces la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable envía una señal de solicitud al controlador 40 de célula y proporciona el paquete al selector 22. El controlador 40 de célula, en respuesta a la señal de solicitud desde la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable, proporciona una señal de tasa de transmisión al selector 22. Si la señal de tasa de transmisión
50 indica que no hay un canal de desbordamiento disponible, entonces el selector 22 proporciona un paquete con tasa de transmisión inferior como se describió previamente, y la transmisión continúa como se describió en la primera realización ejemplar.

55 Si la señal de tasa de transmisión indica que hay un canal de desbordamiento disponible, entonces el selector 22 proporciona el paquete con tasa de transmisión completa al formateador 24. El formateador 24 fija los bits redundantes y bits de cola como se describió en la primera realización ejemplar. El paquete formateado se proporciona entonces al codificador 26. El codificador 26 codifica el paquete como dos mitades separadas, lo que da como resultado dos paquetes codificados por separado.

60 El codificador 26 proporciona los dos paquetes codificados al intercalador 28. El intercalador 28 reordena los símbolos binarios de los dos paquetes codificados por separado. El intercalador 28 proporciona un primer paquete intercalado al modulador 30 y un segundo paquete intercalado al modulador 32.

65 Como se describió anteriormente, el modulador 30 modula el paquete para proporcionar el primer paquete intercalado sobre el canal de tráfico asignado. El modulador 32 modula el segundo paquete intercalado proporcionado por el intercalador 28 para proporcionarse sobre el canal de desbordamiento asignado. El modulador 32 modula el paquete según la señal de ASIGNACIÓN DE CANAL desde el controlador 40 de célula que indica la identidad del canal de desbordamiento asignado.

ES 2 287 939 T3

Los moduladores 30 y 32 proporcionan el paquete modulado al transmisor 36, que convierte ascendentemente y amplifica el paquete modulado y lo proporciona a la antena 38, que emite la señal. En este caso debido a que no hay repetición el paquete se transmitirá en el nivel de energía de paquete E como se muestra en las figuras 4a y 4b.

5 Haciendo referencia ahora a la figura 7, la señal emitida por la antena 36 de la figura 2 se recibe mediante la antena 90 y se proporciona al receptor 92 (RECEP). El receptor 92 convierte descendentemente y amplifica la señal recibida y proporciona la señal recibida al demodulador 94 de tráfico y a los demoduladores 96a a 96v de desbordamiento de un primer dedo y a otros dedos si se emplea un diseño de receptor RAKE. De nuevo v es el número de canales de desbordamiento posibles para el sistema de recepción, puede ser el conjunto de todos los canales no utilizados o un subconjunto designado.

15 En la realización ejemplar, el demodulador 54 de tráfico y los demoduladores 55a a 55v de desbordamiento son demoduladores CDMA como se da a conocer en las patentes estadounidenses nº 4.901.307 y 5.103.459 mencionadas anteriormente. En la realización ejemplar, el demodulador 54 de tráfico y los demoduladores 55a a 55v de desbordamiento son demoduladores de manipulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK).

20 El demodulador 54 de tráfico demodula la señal recibida según el formato de demodulación del canal de tráfico asignado y proporciona el paquete demodulado al desintercalador 98 de tráfico. La señal recibida también se proporciona a los v demoduladores 96a a 96v de desbordamiento. Los demoduladores 96a a 96v de desbordamiento demodulan cada uno la señal recibida según un formato de demodulación de canal de desbordamiento hipotético diferente. Los demoduladores 96a a 96v proporcionan un paquete demodulado a los desintercaladores 100a a 100v de desbordamiento, respectivamente.

25 El desintercalador 98 de tráfico y los desintercaladores 100a a 100v de desbordamiento reordenan los símbolos binarios en los paquetes demodulados y proporcionan los paquetes reordenados al descodificador 101 de tráfico y a los descodificadores 99a a 99v de desbordamiento, respectivamente. El descodificador 101 de tráfico y los descodificadores 99a a 99v de desbordamiento descodifican los paquetes reordenados y los proporcionan al combinador 102. El combinador 102 determina si alguno de los paquetes descodificados desde los descodificadores 99a a 99v de desbordamiento son las segundas mitades del paquete de tráfico descodificado, comprobando los bits redundantes para determinar si hay una coincidencia entre el paquete de desbordamiento que descodificó y el paquete de tráfico descodificado. Si el combinador 102 determina que alguno de los paquetes descodificados de los descodificadores 99a a 99v de desbordamiento son las segundas mitades del paquete de tráfico descodificado, entonces el combinador 102 concatena el paquete de desbordamiento descodificado al paquete de tráfico descodificado. El combinador 102 combina el paquete descodificado con estimaciones de paquetes descodificados de otros dedos como se describió previamente, para proporcionar una estimación de paquete mejorada.

40 En la quinta realización ejemplar del sistema de transmisión de la presente invención, las porciones de tráfico del paquete de datos y las porciones de desbordamiento del paquete de datos se codifican por separado y los datos de asignación de canal de desbordamiento para el paquete actual se proporcionan explícitamente.

45 Haciendo referencia de nuevo a la figura 2, los datos de entrada para la transmisión se proporcionan a la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable. En la transmisión de paquetes que son inferiores a la tasa de transmisión completa, la transmisión continúa como se describió anteriormente. De nuevo, la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable proporciona datos a cuatro tasas de transmisión diferentes. Si la tasa de transmisión del paquete es de una tasa de transmisión inferior a la tasa de transmisión completa, el sistema de transmisión opera de manera idéntica al sistema de transmisión de la primera realización ejemplar. Cuando la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable proporciona un paquete con tasa de transmisión completa al selector 22, éste proporciona una señal de solicitud correspondiente al controlador 40 de célula. Si no está disponible un canal de desbordamiento, entonces el selector 22 proporciona un paquete con tasa de transmisión de medio o inferior y la transmisión del paquete continúa como se describió anteriormente.

50 Si está disponible un canal de desbordamiento, entonces el controlador 40 de célula proporciona una señal TASA DE TRANSMISIÓN al selector 22 que indica que está disponible un canal de desbordamiento, y el selector 22 proporciona el paquete con tasa de transmisión completa al formateador 24. El controlador 40 de célula, también, proporciona una señal de asignación de canal al formateador 24. Como se describió anteriormente, la señal de asignación de canal está constituida por b símbolos binarios, en que b se determina mediante la fórmula:

$$b = \log_2 v, \quad (2)$$

60 donde v es el número de canales de desbordamiento posibles para transportar la segunda parte del paquete de datos con tasa de transmisión completa.

65 El paquete con tasa de transmisión completa y los datos de asignación de canal se proporcionan al formateador 24. En una realización preferida, el paquete se formatea como se describió en la segunda realización ejemplar, con los datos de asignación de canal situados en el paquete para ser la primera porción descodificada en un receptor. El paquete formateado se proporciona al codificador 26.

ES 2 287 939 T3

El codificador 26 codifica el paquete con tasa de transmisión completa en dos mitades separadas. El primer paquete codificado y el segundo paquete codificado se proporcionan a los moduladores 30 y 32 respectivamente. El modulador 30 modula el primer paquete codificado según el formato de modulación de canal de tráfico asignado y el modulador 32 modula el segundo paquete codificado según el formato de modulación de canal de desbordamiento asignado. Los paquetes modulados se proporcionan al transmisor 34 que convierte ascendientemente y amplifica los paquetes modulados como se describió anteriormente. La señal se proporciona mediante el transmisor 34 a la antena 36 y se emite a sistemas de recepción.

Haciendo referencia ahora a la figura 8, la señal emitida por la antena 36 de la figura 2 se recibe mediante la antena 110 y se proporciona al receptor 112 (RECEP). El receptor 112 convierte descendientemente y amplifica la señal recibida y proporciona la señal recibida al demodulador 114 de tráfico y a la memoria 116 intermedia. La recepción de paquetes que son de una tasa de transmisión inferior a la tasa de transmisión completa continúa como se describió previamente.

En la realización ejemplar, el demodulador 114 de tráfico y el demodulador 120 de desbordamiento son demoduladores de acceso múltiple por división de código (CDMA) como se da a conocer en las patentes estadounidenses n° 4.901.307 y 5.103.459 mencionadas anteriormente. De nuevo, en la realización ejemplar, el demodulador 114 de tráfico y el demodulador 120 de desbordamiento son demoduladores de manipulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK).

En la recepción de paquetes con tasa de transmisión completa, el demodulador 114 de tráfico demodula el paquete recibido según el formato de demodulación de canal de tráfico asignado y proporciona el paquete demodulado al desintercalador 118 de tráfico. El desintercalador 118 reordena los símbolos binarios del paquete de canal de tráfico y proporciona el paquete reordenado al descodificador 122 de tráfico. El descodificador 122 de tráfico descodifica el paquete. De nuevo, en la realización ejemplar el descodificador 122 de tráfico y el descodificador 126 de desbordamiento son descodificadores Viterbi de longitud 7 limitada. Los descodificadores Viterbi se describen en detalle en la patente estadounidense n° 5.844.922 mencionada anteriormente.

El descodificador 122 proporciona información de asignación de canal al demodulador 120 de desbordamiento y proporciona el paquete de tráfico descodificado al elemento combinador. El descodificador puede descodificar la totalidad del paquete de canal de tráfico antes de proporcionar los datos de asignación de canal de desbordamiento al demodulador 120 de desbordamiento. Sin embargo, en una realización preferida, los datos de asignación de canal se proporcionan al principio del paquete de manera que son los primeros datos descodificados por el descodificador 122. Esto reduce el tamaño requerido de memoria 116 intermedia y permite descodificación más rápida del paquete.

Después de que el descodificador 122 proporciona la señal de asignación de canal al demodulador 120 de desbordamiento, el descodificador 122 proporciona una señal de sincronismo a la memoria 116 intermedia. La memoria 116 intermedia, en respuesta a la señal de sincronismo, proporciona el paquete recibido al demodulador 120 de desbordamiento. El demodulador 120 de desbordamiento demodula el paquete recibido según el formato de demodulación de canal de desbordamiento asignado y proporciona el paquete demodulado al desintercalador 124 de desbordamiento.

El desintercalador 124 como se describió previamente reordena los datos en el paquete de desbordamiento demodulado y proporciona el paquete reordenado al descodificador 126 de desbordamiento. El descodificador 126 de desbordamiento descodifica la porción de desbordamiento del paquete y proporciona el paquete de desbordamiento descodificado al combinador 128. El combinador 128 combina el paquete de desbordamiento descodificado con el paquete de tráfico descodificado para proporcionar la estimación de paquetes con tasa de transmisión completa. El combinador 128 también sirve para combinar estimaciones de paquetes desde otros dedos como se describió previamente.

En la sexta realización ejemplar del sistema de transmisión de la presente invención, las porciones de tráfico del paquete de datos y las porciones de desbordamiento del paquete de datos se codifican por separado y los datos de asignación de canal de desbordamiento para el siguiente paquete se proporcionan explícitamente.

Haciendo referencia de nuevo a la figura Fig. 2, los datos de entrada para la transmisión se proporcionan a la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable. La fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable codifica el paquete actual y determina la tasa de transmisión de codificación para el siguiente paquete. Si la tasa de transmisión de codificación para el siguiente paquete es tasa de transmisión completa, la fuente 20 de datos con tasa de transmisión variable envía una señal de solicitud al controlador 40 de célula. Si está disponible un canal de desbordamiento, para la transmisión del siguiente paquete de datos entonces el controlador 40 de célula proporciona una señal TASA DE TRANSMISIÓN al selector 22 que indica que está disponible un canal de desbordamiento, y el selector 22 proporciona el paquete con tasa de transmisión completa al formateador 24. El controlador 40 de célula, también, proporciona una señal de asignación de canal al formateador 24.

El paquete con tasa de transmisión completa y los datos de asignación de canal se proporcionan al formateador 24. El paquete se formatea como se describió en la tercera realización ejemplar con los datos de asignación de canal para los siguientes datos situados en el paquete. El paquete formateado se proporciona al codificador 26.

ES 2 287 939 T3

El codificador 26 codifica el paquete con tasa de transmisión completa en dos mitades separadas. El primer paquete codificado y el segundo paquete se proporcionan al intercalador 28 que reordena los símbolos binarios en el paquete por separado. El intercalador 28 proporciona los paquetes reordenados a los moduladores 30 y 32, respectivamente. El modulador 30 modula el primer paquete codificado según el formato de modulación de canal de tráfico asignado y el modulador 32 modula el segundo paquete codificado según el formato de modulación de canal de desbordamiento asignado. Los paquetes modulados se proporcionan al transmisor 34 que convierte ascendentemente y amplifica los paquetes modulados como se describió anteriormente. La señal se proporciona mediante el transmisor 34 a la antena 36 y se emite a sistemas de recepción.

Haciendo referencia ahora a la figura 8, la señal emitida por la antena 36 de la figura 2 se recibe mediante la antena 110 y se proporciona al receptor 112 (RECEP). El receptor 112 convierte descendentemente y amplifica la señal recibida y proporciona la señal recibida al demodulador 114 de tráfico y al demodulador 120 de desbordamiento.

El demodulador 114 de tráfico demodula el paquete recibido según el formato de demodulación de canal de tráfico asignado y proporciona el paquete demodulado al desintercalador 118 de tráfico. El desintercalador 118 de tráfico reordena los símbolos binarios del paquete y los proporciona al descodificador 122 de tráfico. El descodificador 122 de tráfico descodifica el paquete y si hay datos de asignación de canal en el paquete para el siguiente paquete entonces estos datos se proporcionan a la memoria 117 intermedia. El descodificador 122 de tráfico proporciona el paquete descodificado al combinador 128.

Si el paquete recibido previamente contenía información de asignación de canal para el paquete actual, entonces se proporciona esta información mediante la memoria 117 intermedia al demodulador 120 de desbordamiento. El demodulador 120 de desbordamiento demodula la porción de desbordamiento del paquete según la información de asignación de canal proporcionada por el paquete previo.

El demodulador 114 de tráfico proporciona la porción de tráfico demodulada del paquete transmitido al desintercalador 118 de tráfico en el que la porción de tráfico del paquete se reordena según un formato de desintercalación de canal de tráfico. El paquete reordenado se proporciona al descodificador 122 de tráfico que descodifica la porción de canal de tráfico del paquete y la proporciona al elemento 128 combinador. Si el paquete es de tasa de transmisión completa, entonces el demodulador 120 de desbordamiento proporciona la porción de desbordamiento demodulada del paquete transmitido al desintercalador 124 de desbordamiento. El desintercalador 124 de desbordamiento reordena los símbolos binarios del paquete de desbordamiento y proporciona el paquete de desbordamiento reordenado al descodificador 126 de desbordamiento. El descodificador 126 descodifica el paquete de desbordamiento y proporciona el paquete de desbordamiento descodificado al combinador 128. El combinador 128 combina el paquete de tráfico descodificado con el paquete de desbordamiento descodificado. Además, el combinador 128 combina la estimación de paquetes con estimaciones de paquetes desde otros dedos como se describió previamente para proporcionar una estimación de paquetes mejorada que se proporciona al usuario del sistema de recepción.

La siguiente parte de la presente invención que va a describirse son los diversos procedimientos para asignar los canales de desbordamiento. Esta operación de asignación se realiza mediante el controlador 40 de célula. La asignación de un conjunto de canales a llamadas puede proporcionarse según una variedad de formas. La más sencilla es una selección aleatoria a partir del conjunto. Una técnica más sofisticada sigue el diseño de procedimiento de experimento conocido como multiplexación estadística. En un caso típico, cualquier canal en un conjunto común puede asignarse a cualquier llamada según asignación por demanda. Como se describió anteriormente esta estrategia general lleva a sistemas y receptores que son innecesariamente complejos. La presente invención da a conocer nuevas estrategias de asignación que minimizan la complejidad de todo el sistema de comunicaciones.

Como se indicó anteriormente, el enfoque de asignación usual es suponer que cualquiera de los canales en el conjunto de desbordamiento puede asignarse a cualquier llamada. Esta estrategia de asignación permite que se asignen canales de desbordamiento al máximo número de llamadas. Sin embargo, también requiere el receptor más complejo puesto que el receptor debe estar preparado para recibir información sobre un canal de tráfico y cualquiera de los canales de desbordamiento. Si se permite que varíe el número de canales de desbordamiento, los receptores deben tratar esta complejidad adicional.

En un esquema alternativo, llamado preasignación, se preasigna un subconjunto predeterminado de canales de desbordamiento a cada usuario al inicio de la llamada. Entonces, cuando llega el momento de postasignar un canal de desbordamiento a esa llamada, el canal de desbordamiento asignado se elige de ese subconjunto.

Puede utilizarse un receptor más sencillo porque necesita poder demodular información sobre un conjunto de canales limitado. Se prevén sistemas híbridos mediante los que está disponible para todas las llamadas un conjunto primario de canales de desbordamiento pero en los que se preasigna un conjunto secundario de canales de desbordamiento a cada llamada en el caso de que no esté disponible un canal de desbordamiento del conjunto primario.

Los siguientes son objetivos y ventajas de los procedimientos de asignación de la presente invención:

1. El diseño de tablas de preasignación equilibradas.
2. Un algoritmo para llevar a cabo la postasignación compatible con una tabla de preasignación.

ES 2 287 939 T3

3. Determinación de una estrategia óptima de asignación basada en la probabilidad de bloqueo de los diversos esquemas.

Como se describió anteriormente cuando un canal único no tiene la información que transporta la capacidad para alojar un paquete, pueden utilizarse dos o más canales para transportar ese paquete. En la realización preferida, un único canal de tráfico es suficiente para transportar un paquete la mayor parte del tiempo, pero de vez en cuando se requieren uno o más canales de desbordamiento para ayudar a transportar el paquete.

Una llamada es una secuencia de paquetes. Como se describió previamente cuando se establece una llamada se le asigna la utilización exclusiva de un único canal de tráfico pero cuando se requiere que dos o más canales transporten un paquete en la llamada, se le da temporalmente el uso de canales de desbordamiento adicionales. En la presente invención se hace referencia a un esquema de este tipo como multiplexación estadística.

Como se describió anteriormente hay dos conjuntos de canales: un conjunto de canales de tráfico y un conjunto de canales de desbordamiento. Cuando se establece una llamada, uno de los canales de tráfico se asigna permanentemente para la transmisión de los paquetes en esa llama. En las circunstancias ocasionales de que un paquete en la llamada requiera dos o más canales, el paquete se transporta sobre el canal de tráfico asignado y uno o más de los canales de desbordamiento que se asignan temporalmente a ese usuario. Si otro paquete en la llamada requiere dos o más canales, se utiliza el mismo canal de tráfico pero quizás se utiliza un canal de desbordamiento diferente para transportar la segunda parte de este paquete.

Cuando un único canal de tráfico transporta un paquete, el canal de tráfico está activo. Cuando un paquete requiere dos canales, (un canal de tráfico y un canal de desbordamiento), el canal de tráfico asignado es superactivo.

Los canales de desbordamiento pueden asignarse permanentemente a llamadas (o de manera equivalente a canales de tráfico activos). Sin embargo, como un canal de tráfico se vuelve superactivo de manera infrecuente, esta solución desperdicia capacidad. Por ejemplo, incluso en el caso en el que sólo se requiere un canal de desbordamiento para alojar un canal de tráfico superactivo, un esquema de este tipo daría como resultado que la mitad de los canales se asignasen como canales de desbordamiento. Aún, en cualquier instante de tiempo, la mayoría de estos canales de desbordamiento estarían libres. Además, la presente invención da a conocer procedimientos mediante los que el conjunto de canales de tráfico comparte un número relativamente más pequeño de canales de desbordamiento.

La siguiente invención describe procedimientos para llevar a cabo este propósito. Una aplicación de esta invención es para la trayectoria de enlace descendente del sistema de comunicaciones por satélite de órbita baja Globalstar, es decir, la trayectoria desde el satélite a los receptores móviles. N denota el número total de canales (tráfico, desbordamiento) en el recurso de comunicaciones. En la realización ejemplar, N es igual a 128.

Las realizaciones ejemplares presentan el caso específico en el que N canales se dividen en dos grupos de tamaño fijo que están constituidos por n canales de desbordamiento y $(N - n)$ canales de tráfico, aunque las ideas pueden extenderse fácilmente a los casos en los que el tamaño de los grupos puede variarse con carga, calidad de la trayectoria, o cualquier otro factor. En cualquier instante de tiempo sólo b de los $(N - n)$ canales de tráfico están activos. Además, sólo una pequeña fracción de los b canales activos son superactivos.

En la realización ejemplar, se supone que un canal de tráfico superactivo requiere sólo un canal de desbordamiento. Sin embargo, debería comprenderse que las ideas que van a tratarse generalizan el caso en el que un paquete requiere dos o más canales de desbordamiento.

En la realización ejemplar, hay una asignación previa (o preasignación) de canales de desbordamiento a canales de tráfico activos. Esta asignación es tal que cada canal de desbordamiento se asigna a muchos canales de tráfico activos aunque exactamente k , ($k \leq n$), canales de desbordamiento se asignan a cada canal de tráfico activo. Cuando un canal de tráfico activo se vuelve superactivo, una porción del paquete que se transporta mediante ese canal de tráfico también se transporta mediante uno de los k canales de desbordamiento preasignados. Si $k = n$, todos los canales de desbordamiento están disponibles para este fin y el concepto de una asignación *a priori* es superfluo. Sin embargo, si $k < n$, la elección de canales de desbordamiento para un canal de tráfico superactivo dado está restringida por la preasignación.

El bloqueo ocurre si alguno de los canales de tráfico superactivos no puede tener un manejo de su capacidad en exceso por la asignación de canales de desbordamiento *a priori*. Se hace referencia al caso en el que $k = n$ como una estrategia de asignación completamente dinámica. Para una estrategia de asignación completamente dinámica, el bloqueo ocurrirá si y sólo si el número de canales de tráfico superactivos excede n , de modo que si cada uno de los b canales activos es superactivo con probabilidad p y si estos casos son independientes estadísticamente, entonces la probabilidad de bloqueo será:

$$P(\text{bloqueo}) = \sum_{v=v+1}^b \frac{b!}{(v-b)! v!} p^v (1-p)^{b-v}, \quad (3)$$

donde v es el número de canales de desbordamiento proporcionados para la utilización de cada usuario.

ES 2 287 939 T3

Si $k < n$, puede provocarse el bloqueo por las limitaciones adicionales impuestas por la asignación *a priori* de canales de desbordamiento a canales de tráfico activos. En particular, si $k < n$, puede ocurrir el bloqueo incluso si el número de canales superactivos es inferior a n , el número de canales de desbordamiento. Si $k < n$, la fórmula anterior es un límite inferior para la probabilidad de bloqueo.

5 Con el fin de simplificar el diseño del receptor es mejor encontrar estrategias de asignación *a priori* en las que k sea pequeña. Específicamente, es un objetivo de la presente invención proporcionar una estrategia de asignación mediante la que cuando se establece una llamada se preasigna (sobre cada enlace descendente por satélite) un canal de tráfico y un conjunto de k ($n > k > 1$) canales de desbordamiento. El receptor para esta llamada sabe entonces que si el canal de tráfico asignado se vuelve superactivo, los datos extra se transportarán sobre uno de estos k canales de desbordamiento. La elección de uno de estos k canales de desbordamiento que van a acoplarse con los canales de tráfico se llama postasignación.

15 Un primer procedimiento de preasignación y postasignación se ilustra mediante el siguiente ejemplo. En el caso de $k = 3$ y $n = 6$ cada uno de los canales de tráfico se preasigna a tres de seis canales de desbordamiento. Los canales de desbordamiento se etiquetan mediante las letras A, B, C, D, E, y F. Por el momento supóngase $b = 10$ canales de tráfico activos que se etiquetan mediante los símbolos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, y 9. En la Tabla I, se ilustra un asignación ejemplar mediante la que los canales de desbordamiento se preasignan a estos diez canales de tráfico. En esta tabla, las columnas hacen referencia a canales de desbordamiento y las filas hacen referencia a canales de tráfico. Los "1" de $k = 3$ en una fila particular indican los $k = 3$ canales de desbordamiento que se han asignado a ese canal de tráfico. Por ejemplo, los canales de desbordamiento A, B, y D se han asignado al canal de tráfico 0.

TABLA I

CANAL DE TRÁFICO ACTIVO	CANAL DE DESBORDAMIENTO					
	A	B	C	D	E	F
0	1	1	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0	1
2	1	0	1	1	0	0
3	1	0	1	0	1	0
4	1	0	0	0	1	1
5	0	1	1	0	1	0
6	0	1	1	0	0	1
7	0	1	0	1	1	0
8	0	0	1	1	0	1
9	0	0	0	1	1	1

45 La "imparcialidad" de esta asignación se refleja en el hecho de que hay exactamente $r = 5$ canales de tráfico que se asignan a cada canal de desbordamiento y exactamente $l = 2$ canales de tráfico que comparten la asignación conjunta de cada par de canales de cabecera. Los procedimientos mediante los que se construyen esta tabla y tablas futuras se describen más adelante en el presente documento.

50 Si seis o menos canales de tráfico se vuelven superactivos, cada uno de estos canales de tráfico superactivos puede asignarse a un único canal de desbordamiento. Por ejemplo, si los canales asociados con los canales de tráfico 0, 2, 3, 5, 8, 9 se vuelven superactivos la Tabla I permitiría que la postasignación del canal de tráfico al canal de desbordamiento fuera (0,A), (2,C), (3,E), (5,B), (8,D) y (9,F). Sin embargo, si los canales asociados con los canales de tráfico 0, 1, 3, 5, 8, 9 se vuelven superactivos la Tabla I permitiría la postasignación (0,A), (1,B), (3,C), (5,E), (8,D) y (9,F). Obsérvese que en este ejemplo la postasignación para el canal 3 superactivo se cambió aunque era superactivo en ambos conjuntos.

60 En resumen, para la preasignación descrita en la Tabla I, no habrá bloqueo a menos que el número de canales superactivos exceda el número de canales de desbordamiento. Por tanto de esta manera esta asignación funciona como la estrategia de asignación completamente dinámica y en este caso se aplica la fórmula dada previamente para el bloqueo. Sin embargo, el receptor es más sencillo puesto que sólo puede acoplarse uno de tres canales de desbordamiento posibles con cualquier canal de tráfico particular.

65 Cuando cada canal de tráfico activo se asigna a tres de seis canales de desbordamiento, no hay ningún caso en el que la preasignación de canales de desbordamiento a canales de tráfico activos permitiría más de diez canales de tráfico activos y todavía no tener bloqueo con seis canales superactivos. Como ilustración, se considera el caso en el que cada canal activo se preasigna a k de n canales de desbordamiento. Se busca un límite superior para el número

ES 2 287 939 T3

de canales activos b de manera que no ocurrirá desbordamiento si n o menos canales activos son superactivos. Para cualquier tabla de asignación con b filas, n columnas y k unos por fila habrá un total de (kb) unos y $((n-k)b)$ ceros en la totalidad de la tabla. Por tanto el número promedio de ceros por columna es entonces $((n-k)b)/n$. Para que no haya bloqueo con n canales superactivos, el número máximo de ceros en cualquier columna es $(n-1)$. Puesto que el máximo debe ser mayor o igual al promedio, $((n-k)b)/n \leq (n-1)$. El despejar b lleva al siguiente límite superior:

$$b \leq n(n-1)/(n-k). \quad (4)$$

Más en general, con un argumento similar, si no va a haber desbordamiento o si menos canales activos son superactivos para $0 \leq a \leq n-k-1$, entonces b debe satisfacer la desigualdad

$$b \leq \frac{v!(v-k-a-1)!}{(v-a-2)!(v-k)!} \quad (5)$$

Volviendo al caso de $a = 0$, o $k = 3$ la ecuación 5 se transforma en

$$b \leq n(n-1)/(n-3). \quad (6)$$

Debería observarse que para el caso especial de $n = 6$, el lado derecho de la ecuación 6 es igual al entero 10. Por tanto, la correspondencia dada en la Tabla I tiene un valor de $b = 10$ que es igual a este límite superior. Curiosamente, el lado derecho de la ecuación 6 también es un entero para el caso de $n = 9$ dando el límite superior $b \leq 12$. Una asignación con $n = 9$ canales de desbordamiento que parece permitir que cualquier nueve de doce canales de tráfico activos se vuelvan superactivos sin ningún bloqueo se da a continuación en la Tabla 2.

TABLA II

CANAL DE TRÁFICO ACTIVO	CANAL DE DESBORDAMIENTO								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	1	0	1	0
3	1	0	0	0	0	0	1	0	1
4	0	1	0	1	0	0	0	0	1
5	0	1	0	0	1	1	0	0	0
6	0	1	0	0	0	0	1	1	0
7	0	0	1	1	0	0	0	1	0
8	0	0	1	0	1	0	1	0	0
9	0	0	1	0	0	1	0	0	1
10	0	0	0	1	0	1	1	0	0
11	0	0	0	0	1	0	0	1	1

Volviendo ahora al caso en el que $n = 6$ canales de desbordamiento, supóngase que es deseable alojar dos veces el número de canales de tráfico activos, es decir $b = 20$ canales de tráfico activos. Si se requiere llevar a cabo $B = 20$ sin aumentar el número de canales de desbordamiento, puede utilizarse la preasignación mostrada en la Tabla III. Debería observarse que la asignación para los primeros diez canales es la misma que en la Tabla I por lo que puede hacerse referencia a esta asignación como una estrategia anidada. Puede utilizarse una estrategia anidada para generar una tabla para un número mayor de canales de tráfico. Al hacerlo, se empieza por generar una tabla de preasignación para un cierto número de canales de tráfico activos y luego se añaden más canales de tráfico activos sin cambiar la preasignación para el conjunto original.

TABLA III

	CANAL DE TRÁFICO ACTIVO	CANAL DE DESBORDAMIENTO					
		A	B	C	D	E	F
5							
	0	1	1	0	1	0	0
10	1	1	1	0	0	0	1
	2	1	0	1	1	0	0
	3	1	0	1	0	1	0
15	4	1	0	0	0	1	1
	5	0	1	1	0	1	0
	6	0	1	1	0	0	1
	7	0	1	0	1	1	0
20	8	0	0	1	1	0	1
	9	0	0	0	1	1	1
	10	1	1	1	0	0	0
25	11	1	1	0	0	1	0
	12	1	0	1	0	0	1
	13	1	0	0	1	1	0
	14	1	0	0	1	0	1
30	15	0	1	1	1	0	0
	16	0	1	0	1	0	1
	17	0	1	0	0	1	1
	18	0	0	1	0	1	1
35	19	0	0	1	1	1	0

La "imparcialidad" de la preasignación dada en la Tabla III se refleja en el hecho de que ahora hay exactamente $r = 10$ canales de tráfico que se asignan a cada canal de desbordamiento y hay exactamente $l = 4$ canales de tráfico que comparten la asignación conjunta de cada par de canales de cabecera.

Sin embargo en este caso, esta nueva asignación no puede alojar ningún conjunto de seis canales superactivos. Por ejemplo, si los canales asignados a los canales de tráfico activos 9, 15, 16, 17, 18, y 19 son superactivos no pueden asignarse canales de desbordamiento únicos puesto que ninguno de los canales de tráfico activos se ha preasignado al canal de desbordamiento A. Es decir, como mucho están disponibles cinco canales de desbordamiento para estos seis canales superactivos. La proporción de casos de seis canales superactivos que no pueden alojarse mediante esta asignación es:

$$\frac{6(C_6^{10})}{C_6^{20}} = 0,0325$$

donde indica el número de combinaciones de t elementos que toman s en un momento. Es cierto, sin embargo, que esta nueva asignación alojará cualquier conjunto de cinco o menos canales superactivos.

Tal como se trató anteriormente, un procedimiento para alojar más canales de tráfico activos es suavizar el requisito en relación al bloqueo. Otro procedimiento es aumentar el número de canales de desbordamiento. La presente invención describe procedimientos mediante los que se siguen ambos enfoques.

Un procedimiento sencillo de alojar veinte canales de tráfico activos de una manera tal que no ocurra bloqueo si seis o menos canales de tráfico activos se vuelven superactivos es utilizar doce canales de desbordamiento y utilizar una asignación como en la Tabla I para asignar los diez primeros canales de tráfico a los seis primeros canales de desbordamiento y luego utilizar esta misma asignación para asignar los diez últimos canales de tráfico a los seis últimos canales de desbordamiento. Este es otro ejemplo de una estrategia anidada.

Existen varios procedimientos para postasignar canales de desbordamiento a canales de tráfico superactivos compatibles con una tabla de preasignación dada. Volviendo al diseño de las tablas de preasignación, una tabla de asignación

para n canales de desbordamiento se denomina completa si sus filas están constituidas por todos los vectores con exactamente k unos. Un ejemplo de una tabla de asignación completa de este tipo se da en la Tabla 2 para el caso de 6 canales de desbordamiento. A partir de lo anterior, una tabla de asignación completa alojará $b = C_k^v$ canales activos. El número de canales activos que pueden alojarse mediante una tabla de asignación completa con n canales de desbordamiento se da en la Tabla IV.

TABLA IV

Parámetros para tabla de asignación completa (k=3)

Número de canales de desbordamiento, n	6	7	8	9
Número de canales activos, b	20	35	56	120

Puesto que hay un total de 128 canales disponibles en un sistema Globalstar, si se utilizase una tabla de asignación completa, podrían alojarse 118 canales de tráfico activos con diez canales de desbordamiento.

Para una tabla de asignación completa cada conjunto de i canales de desbordamiento se asigna a exactamente C_{k-i}^{v-1} canales de tráfico activos para $i = 1, 2, \dots, k$. Por ejemplo, para el caso de $k = 3$, una tabla de asignación completa tiene las propiedades:

1. Cada canal de desbordamiento se asigna a exactamente C_3^{v-1} canales de tráfico activos.
2. Cada par de canales de desbordamiento se asigna a exactamente $C_2^{v-2} = v - 1$ canales de tráfico activos.
3. Cada trío de canales de desbordamiento se asigna a exactamente $C_0^{v-1} = 1$ canales de tráfico activos.

De manera similar, para una tabla de asignación completa, para cada conjunto de i canales de desbordamiento en los que $i = 1, 2, \dots, n-k$, hay exactamente C_k^{v-1} canales de tráfico activos que no se asignan a ninguno de los canales de desbordamiento en el conjunto. Por ejemplo, para la tabla de asignación completa de la Tabla II con $n = 6$ y $k = 3$,

1. Cada canal de desbordamiento único no se asigna a $C_3^{6-1} = 10$ canales de tráfico activos.
2. Cada par de canales de desbordamiento tiene $C_3^{6-2} = 4$ canales de tráfico activos que no se asignan a ninguno de los canales de desbordamiento en ese par.
3. Cada trío de canales de desbordamiento tiene $C_3^{6-3} = 1$ canal de tráfico activo que no se asignan a ninguno de los canales de desbordamiento en ese trío.

Si la probabilidad de bloqueo para una asignación completa es demasiado alta, pueden eliminarse filas de la tabla de asignación completa. El resultado es una tabla de asignación que puede alojar menos canales de tráfico activos pero tiene un mejor rendimiento al bloqueo. El proceso de eliminar aún más filas puede repetirse para llegar a otra tabla, que de nuevo puede alojar incluso menos canales de tráfico activos pero tiene incluso mejor rendimiento al bloqueo. Se considera que estas tablas están anidadas porque las filas de una tabla más pequeña en este conjunto de tablas será un subconjunto de las filas en una tabla más grande en esta lista de tablas.

Un conjunto de tablas de asignación anidadas es conveniente para diversas aplicaciones. Cuando el tráfico es ligero, se utiliza la tabla de asignación más pequeña en este conjunto que alojará el número canales de tráfico activos. Cuando el tráfico aumenta hasta el punto en el que el número de canales de tráfico activos excede el número máximo para la tabla de asignación en cuestión, se adopta una nueva tabla de asignación en el conjunto de tablas anidado, que puede alojar el número mayor de canales de tráfico activos pero que permite a las llamadas presentes conservar su asignación de canal de desbordamiento original. Si se utilizasen tablas no anidadas, la asignación de canales de desbordamiento podría tener que cambiarse para una llamada en el medio de una llamada.

Se dan a conocer ahora procedimientos generales para diseñar tablas de preasignación, aunque existen técnicas alternativas fácilmente derivables. El procedimiento considerado en el presente documento emplea la teoría de diseños de bloques incompletos equilibrados para diseñar estas tablas. En la terminología de diseños de bloques, los canales de desbordamiento se llaman objetos y los canales de tráfico activos se llaman bloques. Un diseño de bloques es una disposición de n objetos en b bloques sujetos a ciertas reglas con respecto a la frecuencia de objetos y pares de objetos. Un diseño de bloques incompleto equilibrado con parámetros (b, n, r, k, l) es un diseño de bloques de manera que:

1. Cada bloque contiene el mismo número, k, de objetos.

ES 2 287 939 T3

2. Cada objeto ocurre en el mismo número, r , de bloques.

3. Cada par de objetos distintos ocurre en el mismo número, l , de bloques. Una tabla de asignación basada en un diseño de bloques incompleto equilibrado es una matriz de b filas por n columnas de ceros y unos con un 1 en la fila i -ésima y columna j -ésima si y sólo si el objeto j -ésimo ocurre en el bloque i -ésimo. Hay dos relaciones sobre los cinco parámetros que se verifican fácilmente:

$$bk = nr, \quad y \quad (7)$$

10

$$r(k - 1) = l(n - 1). \quad (8)$$

15 La ecuación 7 resulta contando el número de unos en una tabla de asignación primero por filas y luego por columnas. La ecuación 8 resulta contando pares de unos en las filas de una tabla de asignación, primero observando que en cualquier columna hay r unos y cada uno puede emparejarse con otros $k-1$ unos y como alternativa que los unos en cualquier columna coinciden con los unos en cualquiera de las otras $(n-1)$ columnas en exactamente 1 lugar.

20 El caso especial de $k = 3$ ha recibido atención especial y un diseño de bloques incompleto equilibrado con $k = 3$ se llama un sistema triple. Obsérvese que un sistema triple se corresponde con una tabla de asignación en la que a cada canal de tráfico activo se le asigna exactamente $k = 3$ canales de desbordamiento. Para un sistema triple, las ecuaciones anteriores pueden reformularse como:

$$25 \quad r = l(n - 1)/2, \quad y \quad (9)$$

$$b = l(n - 1)/6 \quad (10)$$

30 Por tanto las condiciones necesarias para que exista un sistema triple son:

$$l(n - 1) \equiv 0 \text{ módulo } 2 \quad (11)$$

35

$$l(n - 1) \equiv 0 \text{ módulo } 6 \quad (12)$$

40 Estas últimas dos congruencias son necesarias y suficientes para la existencia de un sistema triple de $(n, b, r, k = 3, l)$.

Debería observarse que para todos los valores de $n \geq 3$, la tabla de asignación completa para $k = 3$ da un sistema triple con $b = C_3^n$ y $l = (n-2)$. Además, todas las tablas de asignación basadas en cualquier sistema triple deben estar anidadas dentro de uno de estos diseños.

45 El caso especial de un sistema triple cuando $l = 1$ se llama un sistema triple de Steiner. Para un sistema triple de Steiner, las congruencias anteriores se reducen a: $n \equiv 1$ ó 3 módulo 6 de modo que no pueden utilizarse todos los valores de n para sistemas de Steiner.

50 Los procedimientos para construir diseños de bloques caen en dos amplias categorías: recursiva y directa. El procedimiento recursivo es una manera de construir diseños a partir de unos más pequeños mientras que el procedimiento directo permite la construcción para valores especiales de los parámetros. La mayoría de los procedimientos directos hacen uso de propiedades especiales de congruencias o campos finitos. Un ejemplo del procedimiento directo es una tabla de asignación basada en un diseño de $(b = 35, n = 15, r = 7, k = 3, l = 1)$ construido a partir de diferentes conjuntos dados a continuación en la Tabla V.

55

60

65

ES 2 287 939 T3

TABLA V

CANAL DE TRÁFICO ACTIVO	CANAL DE DESBORDAMIENTO														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
14	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
16	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
17	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
18	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
19	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
20	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
22	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
23	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
24	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
25	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
26	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
27	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
28	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
29	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
30	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
31	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
32	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
33	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
34	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

Haciendo referencia a la Tabla 5, las filas 2 a 14 son permutaciones cíclicas de la fila 1; las filas 16 a 29 son permutaciones cíclicas de la fila 15; y las filas 31 a 34 son permutaciones cíclicas de la fila 30.

Lo siguiente es un procedimiento para estimar la probabilidad de bloqueo, para un canal de tráfico superactivo, para los procedimientos de preasignación y postasignación descritos anteriormente. Un canal de tráfico superactivo particular se bloquea cuando el canal de tráfico superactivo particular no puede asignarse a un canal de desbordamiento en el proceso de postasignación. Supóngase que hay b canales de tráfico activos, n canales de desbordamiento y que cada canal de tráfico activo se preasigna a k (de los n) canales de desbordamiento. Sea A_j el caso en que exactamente j , $0 \leq j \leq b$, de los b subcanales de tráfico son superactivos y supóngase que la estadística que describen este caso es binomial: es decir,

$$\Pr\{A_j\} = \left(\frac{b!}{(b-j)!j!} \right) p^j (1-p)^{b-j}, \quad 0 < p < 1, \quad (13)$$

donde $\left(\frac{b!}{(b-j)!j!} \right)$ denota el coeficiente binomial “b sobre j”.

B_i se define como el caso en que el canal de tráfico superactivo particular en el que se está interesado es el canal de tráfico superactivo i-ésimo que va a asignarse en el proceso de postasignación. Suponiendo que dado que hay j canales de tráfico superactivos que van a asignarse, el de interés es igualmente probable que tenga “algún lugar en línea” (desde 1 a j) en el proceso de postasignación. Matemáticamente, esto puede formularse como:

$$\Pr\{B_i \mid A_j\} = 1 / j, \quad i=1, 2, \dots, j. \quad (14)$$

Finalmente, puede hacerse una suposición simplificadora en relación a la tabla de preasignación. Se supone que la preasignación es tal que cuando va a hacerse una postasignación para cualquier canal de tráfico superactivo es igualmente posible asignarse a cualquiera de los n canales de desbordamiento. Un caso en el que esta suposición sería válida es cuando las filas de la tabla de preasignación se eligen aleatoriamente y con igual probabilidad (a partir de las

$\left(\frac{v!}{(v-k)!k!} \right)$ posibles maneras de elegir filas con k unos y (n-k) ceros). Debería observarse que ciertas asignaciones deterministas equilibradas podrían también llevar a esta condición.

Bajo estas suposiciones, puede calcularse la probabilidad de bloqueo, denotada $\bar{P}\{bloqueo\}$, para cualquier canal de tráfico superactivo particular. Este cálculo se realiza condicionando los casos A_j y B_i y luego se promedia sobre estos casos. Es decir

$$\bar{P}\{bloqueo\} = \sum_{j=1}^h \sum_{i=1}^j \bar{P}\{bloqueo \mid A_j, B_i\} \Pr\{B_i \mid A_j\} \Pr\{A_j\} \quad (15)$$

o

$$\bar{P}\{bloqueo\} = \sum_{j=1}^h \sum_{i=1}^j \bar{P}\{bloqueo \mid B_i\} (1 / j) \left(\frac{b!}{(b-j)!j!} \right) p^j (1-p)^{b-j}. \quad (16)$$

donde se ha utilizado del hecho de que $\Pr\{bloqueo \mid A_j, B_i\} = \Pr\{bloqueo \mid B_i\}$.

Considérese el diagrama de estados mostrado en la figura 9 que se refiere al caso en el que el canal de tráfico superactivo en cuestión es el i-ésimo en línea que va a postasignarse. Las ramificaciones están etiquetadas con probabilidades y el índice de los estados se refiere a cuántos de los subcanales de desbordamiento del subcanal de tráfico superactivo en cuestión se han utilizado postasignándolos a otros canales de tráfico superactivos que están por delante de éste en el proceso de postasignación.

Suponiendo que $i > 1$, y empezando en el estado $S(0)$ y postasignando el primer subcanal de tráfico superactivo se postasigna. Con probabilidad (k/n) se le asigna uno de los k canales de desbordamiento del canal de tráfico superactivo en cuestión y con probabilidad $1-(k/n)$ no se le asigna uno de los canales de desbordamiento. En el primer caso está en el estado $S(1)$ en el que el “1” indica que 1 de los k canales de desbordamiento de nuestro canal de tráfico superactivo ya se ha asignado mientras que en el último caso permanece en el estado $S(0)$. Suponiendo que $i > 2$, el proceso avanza entonces para postasignar el siguiente canal de tráfico superactivo. Se continúa de esta manera hasta que todos los i-1 canales de tráfico superactivos que están delante del canal en cuestión se postasignen.

La probabilidad en cuestión, $\bar{P}\{bloqueo \mid B_i\}$, viene dada por la probabilidad condicional:

$$\bar{P}\{bloqueo \mid B_i\} = \Pr\{\text{estado} = S(k) \text{ en tiempo } i-1 \mid \text{estado} = S(0) \text{ en tiempo } 0\}. \quad (17)$$

ES 2 287 939 T3

La probabilidad de la ecuación 17 puede obtenerse mediante un enfoque de función generadora etiquetando adicionalmente cada trayectoria hacia delante Z I y cada trayectoria que no progrese hacia delante por Z. La función generadora T(Z,I) puede escribirse como:

$$T(Z, I) = \prod_{r=0}^{k-1} \frac{\left(\frac{k-r}{v-r}\right) \cdot Z \cdot I}{1 - \left(1 - \left(\frac{k-r}{v-r}\right)\right) \cdot Z} = \sum_{r=0}^{k-1} \sum_{w=0}^{k-1} C(r, w) \cdot I^r \cdot Z^w \quad (18)$$

La probabilidad de bloqueo viene dada entonces como:

$$\text{Pr}(\text{bloqueo}) = \sum_{j=1}^k \frac{1}{j} \cdot \left(\frac{b!}{(b-j)!j!}\right) \cdot p^j \cdot (1-p)^{b-j} \cdot \sum_{i=1}^j C(i-1, k-1) \quad (19)$$

que puede calcularse.

La descripción previa de las realizaciones preferidas se proporciona para permitir a cualquier experto en la técnica hacer o utilizar la presente invención. Las diversas modificaciones a estas realizaciones serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios generales definidos en el presente documento pueden aplicarse a otras realizaciones sin el uso de la facultad inventiva. Por tanto, la presente invención no está prevista para limitarse a las realizaciones mostradas en el presente documento si no que se le debe conceder el alcance más amplio compatible con los principios y características novedosas dadas a conocer en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para transmitir un paquete con tasa de transmisión variable de símbolos de datos que comprende un número variable de dichos símbolos de datos, comprendiendo dicho aparato:

medios (22, 24) de empaquetador de canal para recibir dicho paquete con tasa de transmisión variable y cuando el número de dichos símbolos de datos excede un valor umbral, dividir dicho paquete con tasa de transmisión variable en un paquete de tráfico y al menos un paquete de desbordamiento;

medios (30 a 36) de transmisión para transmitir dicho paquete con tasa de transmisión variable sobre un canal de tráfico cuando el número de dichos símbolos de datos está por debajo de dicho valor umbral y para transmitir dicho paquete de tráfico sobre dicho canal de tráfico y dicho al menos un paquete de desbordamiento sobre al menos un canal de desbordamiento cuando el número de dichos símbolos de datos excede dicho valor umbral, en el que cada dicho al menos un canal de desbordamiento es ortogonal a dicho canal de tráfico.

2. El aparato según la reivindicación 1, en el que dichos medios (30 a 36) de transmisión comprenden:

medios (30, 32) de modulador para modular dicho paquete con tasa de transmisión variable para proporcionar dicho paquete con tasa de transmisión variable sobre dicho canal de tráfico según un primer formato de modulación de espectro ensanchado cuando el número de dichos símbolos de datos está por debajo de dicho valor umbral y para modular dicho paquete de tráfico para proporcionar dicho paquete de tráfico sobre dicho canal de tráfico según dicho primer formato de modulación de espectro ensanchado y para modular dicho al menos un paquete de desbordamiento según un segundo formato de modulación de espectro ensanchado para proporcionar dicho al menos un paquete de desbordamiento sobre dicho al menos un canal de desbordamiento cuando el número de dichos símbolos de datos excede dicho valor umbral, en el que dicho primer formato de modulación de espectro ensanchado es ortogonal a dicho segundo formato de modulación de espectro ensanchado; y

medios (34) de transmisor para convertir ascendentemente y amplificar dicho paquete con tasa de transmisión variable cuando el número de dichos símbolos de datos está por debajo de dicho valor umbral y para convertir ascendentemente y amplificar dicho paquete de tráfico y dicho al menos un paquete de desbordamiento cuando el número de dichos símbolos de datos excede dicho valor umbral.

3. El aparato según la reivindicación 1, que comprende adicionalmente medios de señalización de canal de desbordamiento para transmitir una señal que identifica dicho al menos un canal de desbordamiento.

4. El aparato según la reivindicación 1, en el que dichos medios (22, 24) de empaquetador de canal comprenden medios para recibir una señal indicativa de dicho al menos un canal de desbordamiento y para combinar dicha señal indicativa de dicho al menos un canal de desbordamiento y dicho paquete de tráfico.

5. El aparato según la reivindicación 1, en el que dichos medios (22, 24) de empaquetador de canal comprenden medios para recibir una señal indicativa de dicho al menos un canal de desbordamiento para un paquete con tasa de transmisión variable posterior y para combinar una señal indicativa de dicho al menos un canal de desbordamiento para un paquete con tasa de transmisión variable posterior y dicho paquete de tráfico.

6. El aparato según la reivindicación 1, que comprende adicionalmente medios (20) de vocodificador con tasa de transmisión variable para recibir muestras de voz y para comprimir dichas muestras de voz según un formato de vocodificador con tasa de transmisión variable para proporcionar dicho paquete con tasa de transmisión variable.

7. El aparato según la reivindicación 6, que comprende adicionalmente medios (26) de codificador, dispuestos entre dichos medios (20) de vocodificador con tasa de transmisión variable y dichos medios (30 a 36) de transmisión para codificar con corrección de errores dicho paquete con tasa de transmisión variable.

8. El aparato según la reivindicación 7, que comprende adicionalmente medios (28) de intercalador, dispuestos entre dichos medios (26) de codificador y dichos medios (30 a 36) de transmisión para reordenar dicho paquete con tasa de transmisión variable.

9. El aparato según la reivindicación 6, en el que dichos medios de vocodificador con tasa de transmisión variable son además para comprimir dichas muestras de voz según un segundo formato de vocodificador con tasa de transmisión variable para proporcionar un paquete con tasa de transmisión variable alternativo y en el que dichos medios (22, 24) de empaquetador de canal son además para seleccionar un paquete con tasa de transmisión variable para la transmisión desde dicho paquete con tasa de transmisión variable y dicho paquete con tasa de transmisión variable alternativo.

10. El aparato según la reivindicación 1, que comprende adicionalmente medios (40) de controlador de célula para proporcionar una señal de disponibilidad de canal de desbordamiento y en el que dichos medios (22, 24) de empaquetador de canal son sensibles a dicha señal de disponibilidad de canal de tráfico.

ES 2 287 939 T3

11. El aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que dicho al menos un canal de desbordamiento se selecciona basándose en una multiplexación estadística de dicho al menos un canal de desbordamiento.

5 12. Un procedimiento para transmitir un paquete con tasa de transmisión variable de símbolos de datos que comprende un número variable de dichos símbolos de datos, comprendiendo dicho procedimiento:

recibir (20) dicho paquete con tasa de transmisión variable;

10 dividir (28) dicho paquete con tasa de transmisión variable en un paquete de tráfico y al menos un paquete de desbordamiento, cuando el número de dichos símbolos de datos excede un valor umbral;

transmitir (30, 34) dicho paquete con tasa de transmisión variable sobre un canal de tráfico cuando el número de dichos símbolos de datos está por debajo de dicho valor umbral; y

15 transmitir (32, 34) dicho paquete de tráfico sobre dicho canal de tráfico y dicho al menos un paquete de desbordamiento sobre al menos un canal de desbordamiento cuando el número de dichos símbolos de datos excede dicho valor umbral, en el que cada uno de dicho al menos un canal de desbordamiento es ortogonal a dicho canal de tráfico.

20 13. El procedimiento según la reivindicación 12, en el que dicha transmisión (30 a 34) de dicho paquete de tráfico sobre dicho canal de tráfico y dicho al menos un paquete de desbordamiento sobre al menos un canal de desbordamiento comprende:

25 modular (30, 32) dicho paquete de tráfico para proporcionar dicho paquete de tráfico sobre dicho canal de tráfico según dicho primer formato de modulación de espectro ensanchado;

30 modular (30, 32) dicho al menos un paquete de desbordamiento según un segundo formato de modulación de espectro ensanchado para proporcionar dicho al menos un paquete de desbordamiento sobre dicho al menos un canal de desbordamiento, en el que dicho primer formato de modulación de espectro ensanchado es ortogonal a dicho segundo formato de modulación de espectro ensanchado;

convertir (34) ascendentemente dicho paquete de tráfico y dicho al menos un paquete de desbordamiento cuando el número de dichos símbolos de datos excede dicho valor umbral; y

35 amplificar (34) dicho paquete de tráfico y dicho al menos un paquete de desbordamiento cuando el número de dichos símbolos de datos excede dicho valor umbral.

40 14. El procedimiento según la reivindicación 12, que comprende adicionalmente transmitir una señal que identifica dicho al menos un canal de desbordamiento.

15. El procedimiento según la reivindicación 12, que comprende adicionalmente combinar dicha señal indicativa de dicho al menos un canal de desbordamiento con dicho paquete de tráfico.

45 16. El procedimiento según la reivindicación 12, que comprende adicionalmente combinar una señal indicativa de dicho al menos un canal de desbordamiento para un paquete con tasa de transmisión variable posterior y dicho paquete de tráfico.

17. El procedimiento según la reivindicación 12, que comprende adicionalmente:

50 recibir (20) muestras de voz; y

comprimir (20) dichas muestras de voz según un formato de vocodificador con tasa de transmisión variable para proporcionar dicho paquete con tasa de transmisión variable.

55 18. El procedimiento según la reivindicación 17, que comprende adicionalmente codificar con corrección de errores dicho paquete con tasa de transmisión variable.

19. El procedimiento según la reivindicación 18, que comprende adicionalmente reordenar (28) dicho paquete con tasa de transmisión variable.

60 20. El procedimiento según la reivindicación 17, en el que dicha compresión (20) de dichas muestras de voz comprende adicionalmente comprimir dichas muestras de voz según un segundo formato de vocodificador con tasa de transmisión variable para proporcionar un paquete con tasa de transmisión variable alternativo.

65 21. El procedimiento según la reivindicación 12, que comprende adicionalmente proporcionar (40) una señal de disponibilidad de canal de desbordamiento.

ES 2 287 939 T3

22. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 21, en el que dicho al menos un canal de desbordamiento se selecciona basándose en una multiplexación estadística de dicho al menos un canal de desbordamiento.

5 23. Un sistema para transmitir un paquete con tasa de transmisión variable de símbolos de datos, comprendiendo el sistema:

10 un intercalador (28) que tiene una entrada y que tiene una primera salida para mandar dicho paquete con tasa de transmisión variable cuando el número de dichos símbolos de datos en dicho paquete con tasa de transmisión variable es inferior a un umbral y para mandar una primera porción de dicho paquete con tasa de transmisión variable cuando el número de dichos símbolos de datos en dicho paquete es mayor que dicho umbral y que tiene una segunda salida para mandar una segunda porción de dicho paquete con tasa de transmisión variable cuando el número de dichos símbolos de datos en dicho paquete con tasa de transmisión variable es mayor que dicho umbral;

15 un primer modulador (30) que tiene una entrada acoplada a dicha primera salida del intercalador (28) y que tiene una salida; y

20 un segundo modulador (32) que tiene una entrada acoplada a dicha segunda salida del intercalador (28) y que tiene una salida.

24. El sistema según la reivindicación 23, que comprende adicionalmente una fuente (20) de datos con tasa de transmisión variable que tiene una entrada y que tiene una salida acoplada al intercalador (28).

25. El sistema según la reivindicación 24, que comprende adicionalmente un selector (22) dispuesto entre dicha fuente (20) de datos con tasa de transmisión variable y dicho intercalador (28), que tiene una entrada acoplada a dicha salida de la fuente (20) de datos con tasa de transmisión variable y que tiene una salida acoplada a dicha entrada del intercalador (28).

30 26. El sistema según la reivindicación 25, en el que dicho selector (22) tiene una segunda entrada y dicho sistema comprende adicionalmente un controlador (40) de célula que tiene una salida acoplada a dicha segunda entrada de selector (28).

35 27. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 23 a 26, en el que dicha salida de dicho segundo modulador depende de la disponibilidad de al menos un canal de desbordamiento.

28. Un aparato para recibir un paquete con tasa de transmisión variable de símbolos de datos que comprende:

40 medios (54, 74, 94, 114) de demodulador de tráfico para demodular un paquete de tráfico recibido según un formato de demodulación de tráfico para proporcionar un paquete de tráfico demodulado;

45 al menos un medio (55, 78, 96, 120) de demodulador de desbordamiento para demodular un paquete de desbordamiento recibido según un formato de demodulación de desbordamiento para proporcionar al menos un paquete de desbordamiento demodulado, en el que dicho formato de demodulación de desbordamiento es ortogonal a dicho formato de demodulación de tráfico; y

medios (60, 84, 102, 128) de combinador para combinar dicho paquete de tráfico demodulado y dicho al menos un paquete de desbordamiento demodulado para proporcionar dicho paquete con tasa de transmisión variable.

50 29. El aparato según la reivindicación 28, que comprende adicionalmente medios (58, 82, 99, 101, 122, 126) de descodificador dispuestos entre dicho medio (54, 74, 94, 114) de demodulador de tráfico y dichos medios (60, 84, 102, 128) de combinador para seleccionar un paquete de desbordamiento demodulado de dicho al menos un paquete de desbordamiento demodulado.

55 30. El aparato según la reivindicación 29, en el que dichos medios (58, 82, 99, 101, 122, 126) de descodificación combinan dicho paquete de tráfico demodulado y cada uno de dicho al menos un paquete de desbordamiento demodulado y descodifica cada combinación para determinar un paquete de desbordamiento seleccionado.

60 31. El aparato según la reivindicación 30, en el que dichos medios (58, 82, 99, 101, 122, 126) de descodificación descodifican dicho paquete de tráfico para determinar una señal de identificación de canal de desbordamiento, y en el que dicho al menos un medio (55, 74, 94, 114) de demodulación de desbordamiento es sensible a dicha señal de identificación de canal de desbordamiento.

65 32. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 28 a 31, en el que dichos medios (60, 84, 102, 128) de combinador pueden operar para proporcionar dicho paquete con tasa de transmisión variable según la multiplexación estadística de paquetes de datos sobre canales de desbordamiento.

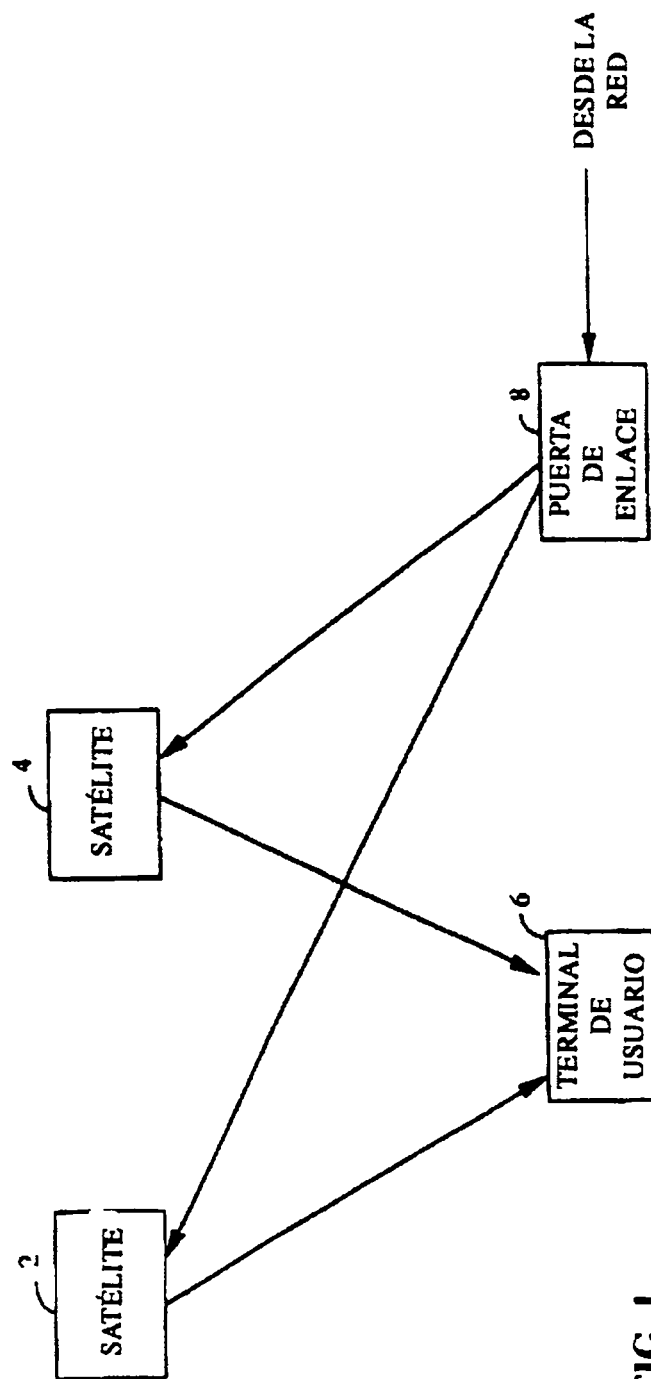


FIG. 1

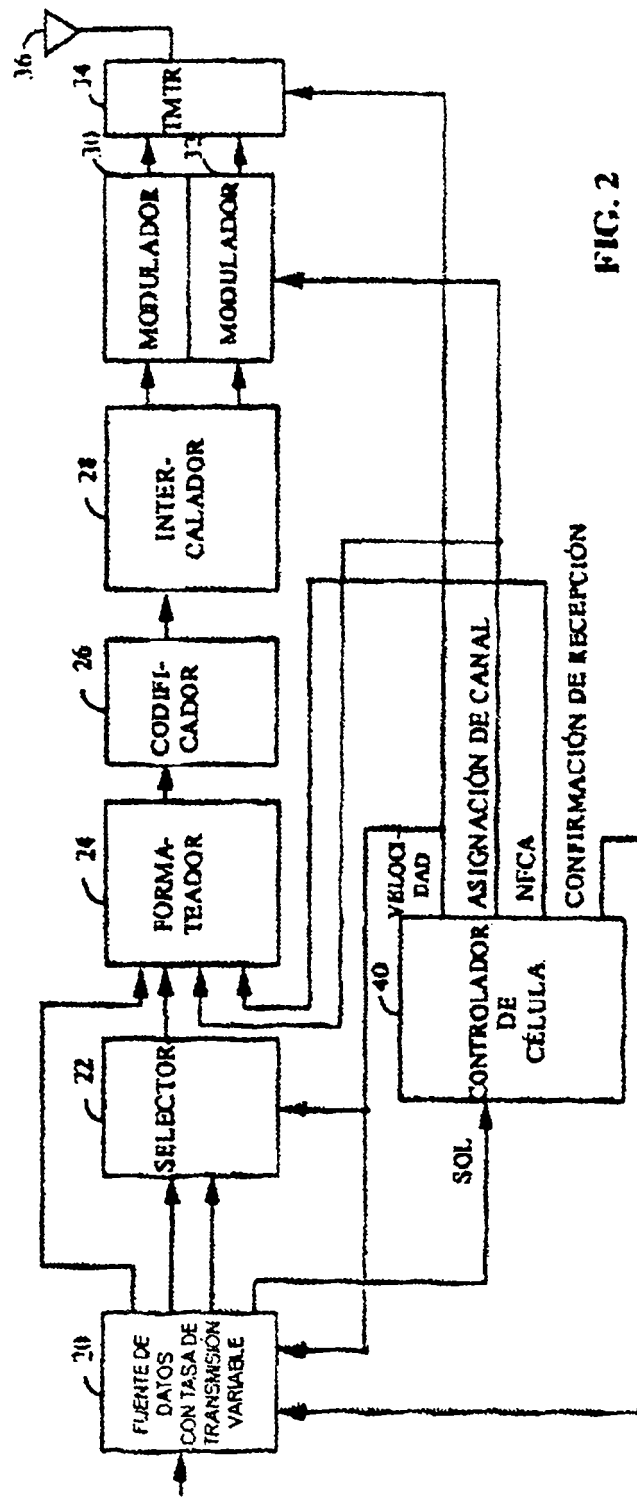
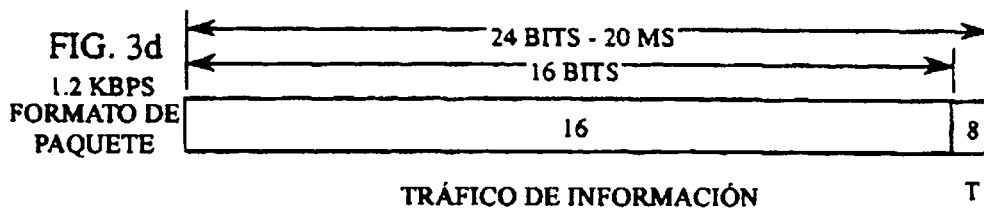
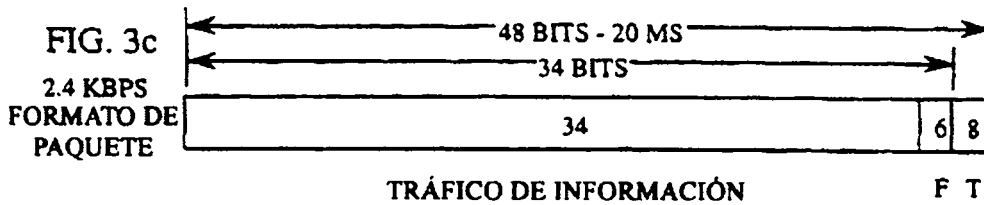
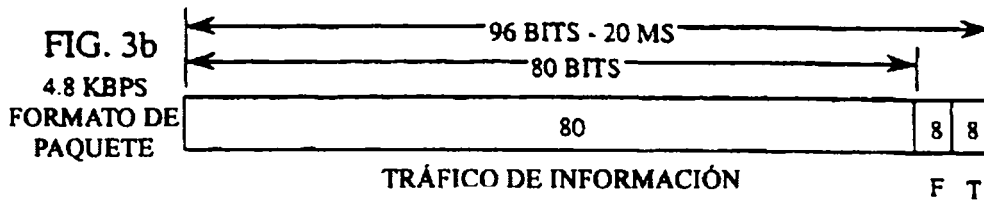
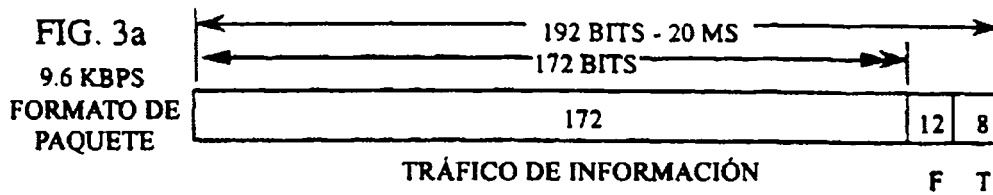


FIG. 2



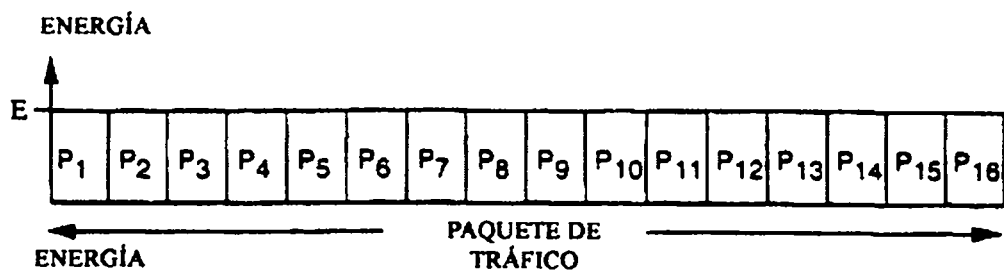


FIG. 4a

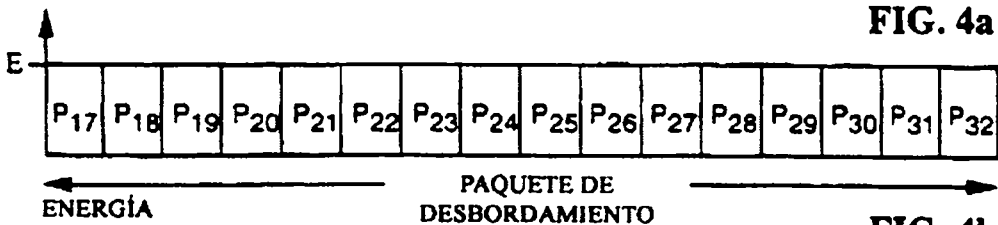


FIG. 4b

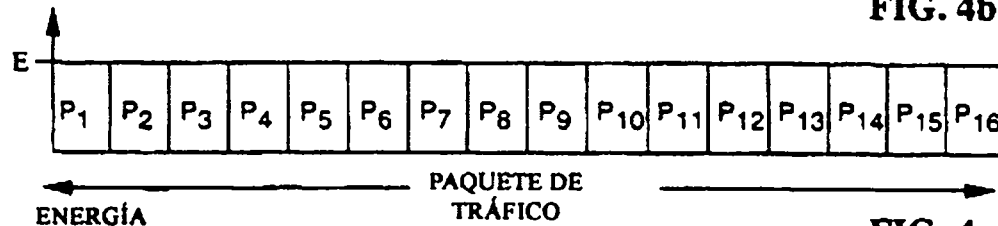


FIG. 4c

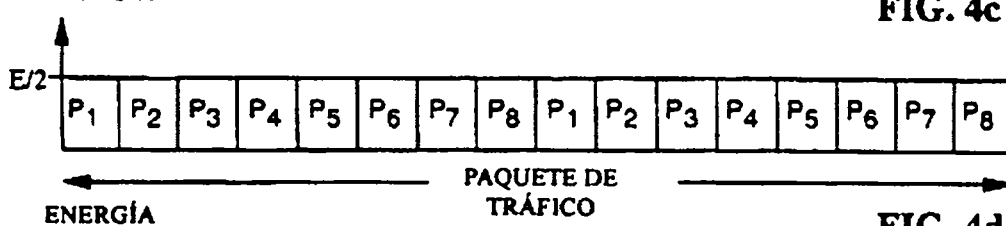


FIG. 4d

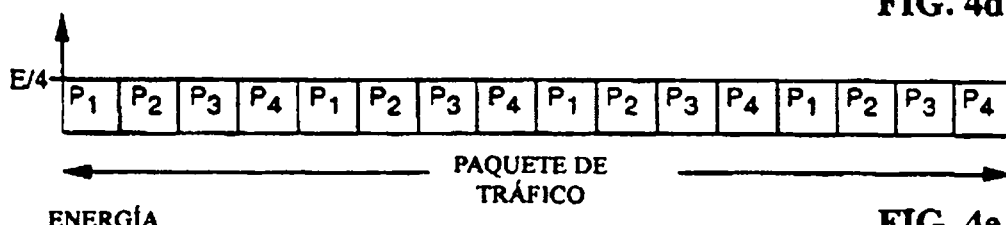


FIG. 4e

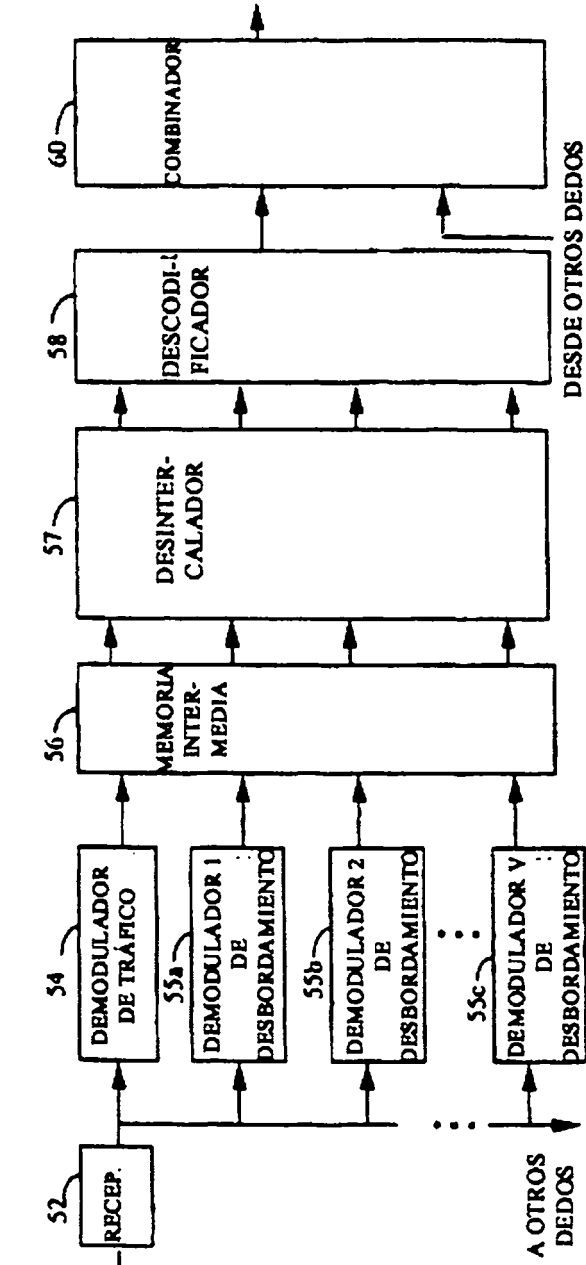


FIG. 5

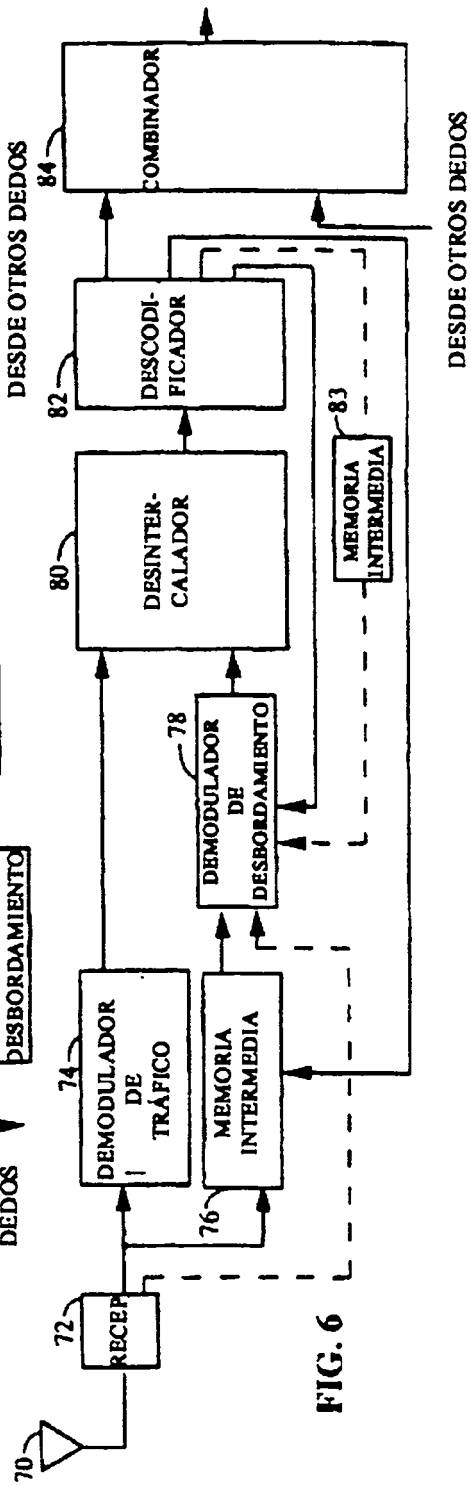


FIG. 6

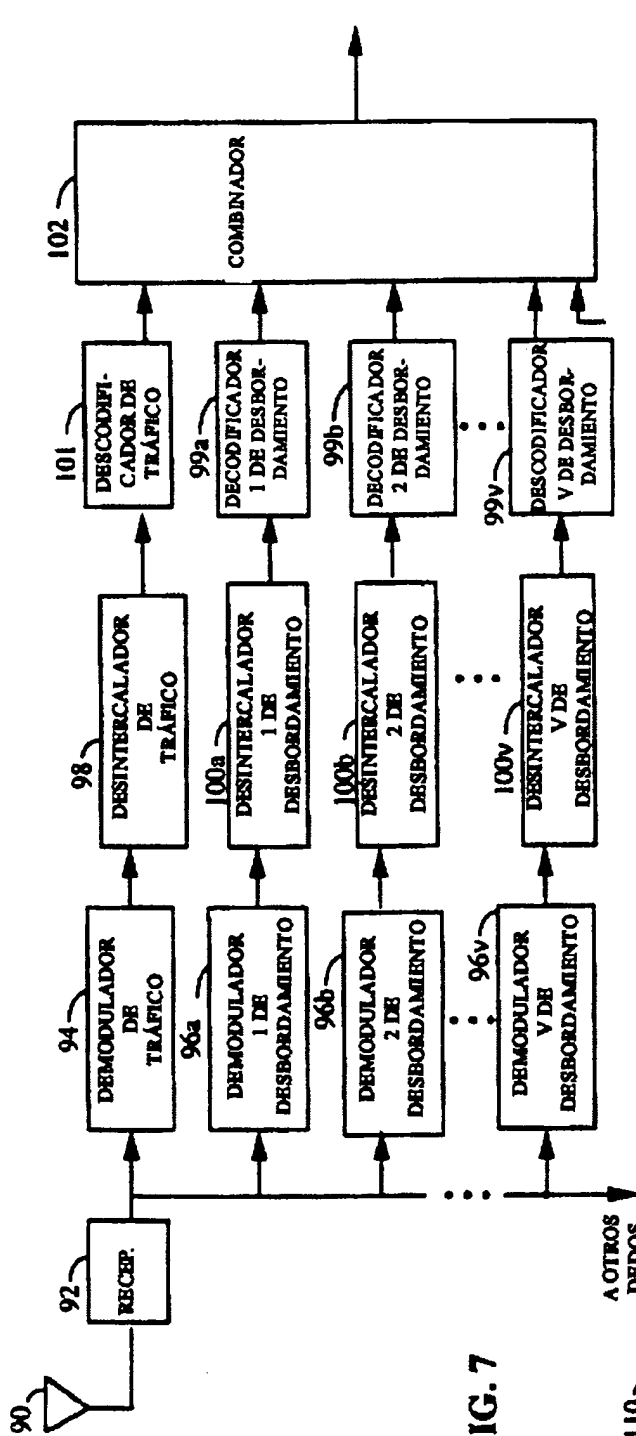


FIG. 7

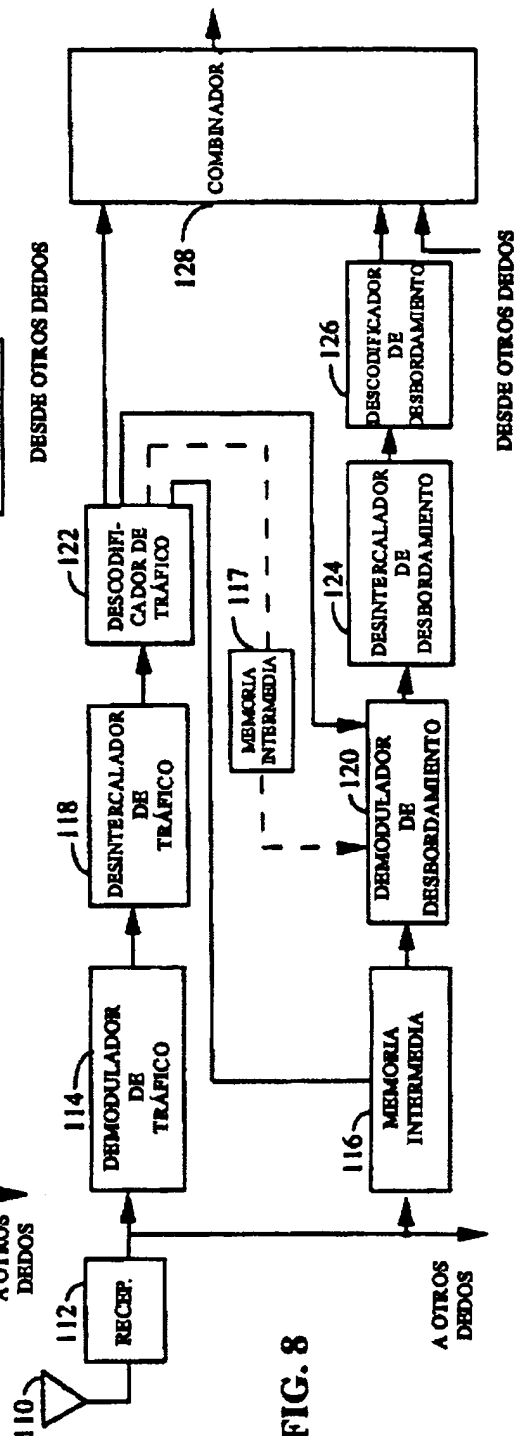


FIG. 8

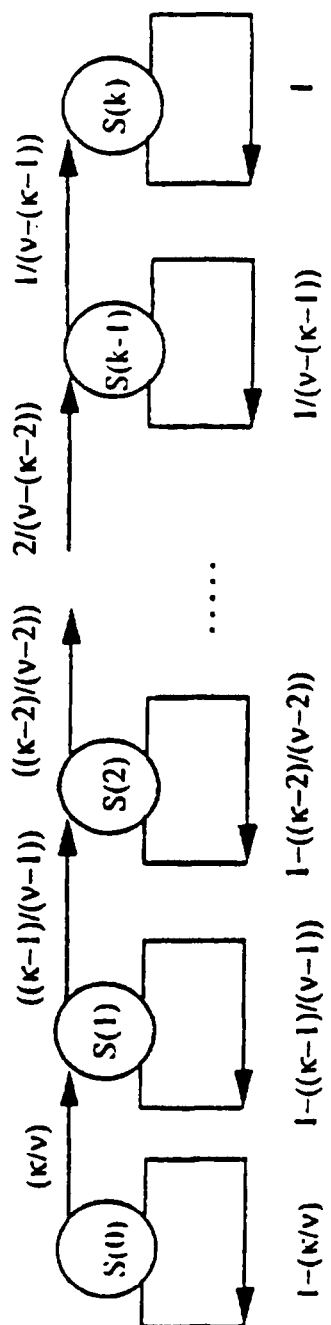


FIG. 9