



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 349 629**

51 Int. Cl.:  
**H04L 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03700396 .9**

96 Fecha de presentación : **20.01.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1468516**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.10.2004**

54 Título: **Transmisión inalámbrica con velocidad de codificación variable.**

30 Prioridad: **18.01.2002 GB 0201139**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**07.01.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**07.01.2011**

73 Titular/es: **INMARSAT GLOBAL LIMITED**  
**99 City Road**  
**London EC1Y 1AX, GB**

72 Inventor/es: **Trachtman, Eyal;**  
**Fines, Panagiotis;**  
**Plessy-Gourdon, Carole y**  
**Febvre, Paul**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

**ES 2 349 629 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

### Campo de la invención

La presente invención versa acerca de un procedimiento, un aparato, un sistema y una señal de comunicaciones, particularmente para adaptar parámetros, aunque no exclusivamente para  
5 ello, de una interfaz inalámbrica a un tipo de terminal y/o a condiciones de enlace.

### Antecedentes de la invención

Se conocen técnicas de control autoadaptable de la potencia para adaptar una interfaz inalámbrica a unas condiciones de enlace. Además, el documento EP-A-0 772 317 describe una técnica en la que se varían tanto la potencia como la codificación de la corrección  
10 anticipada de errores (FEC) según las condiciones de desvanecimiento en el receptor, que son comunicadas al transmisor usando el enlace de vuelta, de bajo ancho de banda.

También son conocidos los sistemas de comunicaciones inalámbricas que soportan diferentes tipos de terminal con diferentes características. Por ejemplo, el sistema de satélites geoestacionarios Inmarsat™ soporta varios servicios diferentes, incluyendo Inmarsat-M™,  
15 Inmarsat mini-M™ e Inmarsat-M4™, cada uno de los cuales está diseñado para diferentes tipos de terminal. Sin embargo, cada servicio usa un conjunto separado predefinido de canales, cada uno de los cuales tiene un tipo de canal predefinido.

Sería ventajoso proporcionar una interfaz inalámbrica flexible que pueda ser adaptada a las condiciones del enlace y/o al tipo de terminal.

También sería ventajoso permitir que los canales para tipos de canales diferentes se multiplexaran en el mismo portador.

También sería ventajoso permitir que los canales multiplexados en el mismo portador se adaptaran a las condiciones de enlace de manera independiente entre sí.

También sería ventajoso proporcionar un grado elevado de libertad en la adaptación de los  
25 parámetros de una interfaz inalámbrica.

El documento EP-A-0 878 924 da a conocer un sistema de comunicaciones de TDMA, que permite que terminales móviles se configuren para trabajar en uno cualquiera de varios entornos de comunicación diferentes, tales como un entorno peatonal, un entorno vehicular, un entorno de satélites y un entorno de oficinas. El formato de transmisión tiene una longitud de  
30 trama y un número de bits fijos por ranura de tiempo, pero tiene diferentes conjuntos de valores diferentes para potencia, procedimiento de modulación, número de señales multiplexadas, corrección de errores, ganancia de la antena, saltos de frecuencia y diversidad para cada entorno. Una estación móvil y una estación base seleccionan uno de estos conjuntos para la comunicación mutua. La selección puede hacerse manualmente por el usuario de la estación

móvil, automáticamente por parte de la estación móvil detectando mensajes emitidos desde la estación base que indican qué entornos hay disponibles, o automáticamente mediante estimación del canal de transmisión.

5 El documento EP-A-1 130 837 da a conocer un formato de ráfaga de datos en paquetes que incluye una palabra única, una cabecera modulada con una modulación por defecto y un sistema de codificación y una carga útil modulados con una modulación y un sistema de codificación especificados por la cabecera.

10 El documento EP-A-0 680 168 da a conocer un procedimiento de “trocear” los dominios de tiempo y de frecuencia para proporcionar una asignación eficiente a usuarios con diferentes requisitos.

El documento EP-A-0 651 531 da a conocer una técnica de comunicaciones que usa un ancho de banda variable de corrección de errores.

15 El documento EP-A-0924890 versa acerca de un procedimiento de transferencia de datos entre un transmisor y un receptor por medio de un enlace de comunicaciones que logra un rendimiento máximo adaptando dinámicamente una velocidad de codificación, y, específicamente, un codificador de corrección de errores, como función de un parámetro de una señal medida del canal inverso. El procedimiento comprende las etapas de transmitir una señal desde el transmisor al receptor, recibiendo y midiendo el receptor la relación señal-ruido de la señal transmitida. El receptor determina una velocidad de codificación apropiada y una técnica de codificación como función de la relación señal-ruido medida y transmite al transmisor un identificador de codificación del decodificador determinado. El transmisor codifica sus datos según el identificador de codificación y transmite al receptor el mensaje codificado. El receptor recibe el mensaje codificado y decodifica el mensaje según la velocidad de codificación determinada y la técnica de codificación.

## 25 **Enunciado de la invención**

La invención versa acerca de un procedimiento de comunicaciones por satélite en el que un terminal de satélites varía la velocidad de codificación de las ráfagas transmitidas a una estación base de satélites bajo el control de una estación base de satélites para mantener la calidad de recepción de las ráfagas en la estación base de satélites a un nivel predeterminado.

30 La velocidad de codificación puede variarse entre diferentes valores predeterminados que dan incrementos de ganancia sustancialmente constantes.

Los aspectos de la invención se exponen en las reivindicaciones adjuntas.

**Breve descripción de los dibujos**

En lo que sigue se describen realizaciones específicas de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- 5 la Figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de comunicaciones por satélite en una realización de la presente invención;
- la Figura 2a es un diagrama esquemático de una unidad de un canal transmisor en la realización;
- la Figura 2b es un diagrama esquemático de una unidad de un canal receptor en la realización;
- 10 la Figura 3 es un diagrama de un codificador con FEC usado en la unidad de un canal transmisor;
- la Figura 4 es un diagrama de un módulo de codificación SRCC en el codificador con FEC;
- la Figura 5 es un diagrama de frecuencia/tiempo que ilustra portadores de ida que comparten canales de frecuencia;
- 15 la Figura 6 es un diagrama de frecuencia/tiempo que ilustra portadores de vuelta que comparten canales de frecuencia;
- la Figura 7 es un diagrama de un tipo específico de formato de portador de ida;
- la Figura 8 es un diagrama de un tipo específico de formato de portador de vuelta; y
- 20 la Figura 9 es un diagrama de un ejemplo de un portador de ida que lleva múltiples paquetes de conexión a terminales con una velocidad de codificación variable.

**Descripción detallada de realizaciones de la invención****Sistema móvil de satélites**

La Figura 1 muestra esquemáticamente un sistema de comunicaciones por satélites geoestacionarios que incluye uno o más nodos de acceso a satélites (SAN), que actúan como pasarelas a otras redes NET de comunicaciones para la comunicación con cualquiera de un gran número de nodos NN de red. Cada SAN es capaz de comunicarse con una pluralidad de nodos de acceso móvil (MAN) usando canales de radiofrecuencia (RF) transmitida por un satélite SAT geoestacionario. Los anchos de banda de los canales de RF de 90 kHz y 190 kHz son soportados por el diseño de transpondedores del satélite. El enlace de conexión transmitido y recibido entre el SAN y el satélite comprende un conjunto de canales de frecuencia en la banda C, mientras que el enlace de usuario transmitido entre los MAN y el satélite comprende un conjunto de canales de frecuencia en la banda L. Una transmisión en la

25

30

dirección que va del SAN a uno o más de los MAN se denomina enlace de ida, mientras que una transmisión en la dirección que va de uno de los MAN al SAN se denomina enlace de vuelta. Las condiciones de los canales en el enlace de conexión pueden variar dependiendo de las condiciones atmosféricas y las fuentes de interferencia. Las condiciones del canal en el enlace de usuario también pueden variar dependiendo de las condiciones atmosféricas y las fuentes de interferencia, que pueden depender de la posición del MAN oportuno. Por ende, las condiciones del enlace de usuario pueden variar entre los MAN.

### Satélite

El satélite SAT incluye un concentrador de haz, una antena de recepción y una antena de transmisión (no mostradas) que generan diagramas direccionales de radiación sustancialmente congruentes de los haces de recepción y de transmisión. Cada diagrama direccional de radiación del haz consisten en un haz global GB, un pequeño número de haces regionales RB solapados que son más estrechos que el haz global y que caen sustancialmente dentro del mismo, y un gran número de haces puntuales SB (de los que se muestran únicamente dos, en aras de la claridad) que son más estrechos que los haces regionales y que pueden caer ya sea dentro o fuera de los haces regionales, pero que caen sustancialmente dentro del haz global. Cada haz puntual puede o no solaparse con otro haz puntual, y al menos algunos de los haces puntuales son orientables, para que pueda cambiarse su zona de cobertura de la superficie terrestre.

El satélite incluye un transpondedor que asocia cada canal de frecuencia de la banda C, recibido en el enlace de conexión, con un canal de frecuencia de la banda L, transmitido en una haz especificado en el enlace de usuario, y asocia cada canal de frecuencia de la banda L, recibido en cada haz en el enlace de usuario, a un correspondiente canal de frecuencia en el enlace de conexión. La asignación entre canales de frecuencia puede alterarse bajo el control de una estación de telemetría, seguimiento y control (TTC). El satélite SAT actúa como como "satélite transparente" y no desmodula ni modifica el formato de las señales dentro de cada canal de frecuencia.

A continuación se da un ejemplo de parámetros de un haz puntual.

**Tabla 1 – Parámetros del haz puntual del satélite**

Parámetro del satélite	Ida	Vuelta
NPR	17	20
Nivel del cocanal (50%)	19	19
Banda L G/T (dB/K)	-10	10

Parámetro del satélite	Ida	Vuelta
Ganancia del transpondedor	180	182
EIRP (dBW) por portadora	44	-

### Tipos de terminal

El sistema de comunicaciones por satélite está diseñado para proporcionar servicios simultáneos a gran número de MAN de diferentes tipos. Por ejemplo, un terminal portátil (HH) tiene una potencia muy baja de RF, una antena que es sustancialmente omnidireccional en azimut y, típicamente, dimensiones de 10 cm × 5 cm × 1 cm. Un terminal de tamaño bolsillo o A5 tiene baja potencia de RF, una antena ANT direccional con poca apertura y, típicamente, dimensiones de 20 cm × 15 cm × 2 cm. Un terminal de tamaño cuaderno o A4 tiene una potencia media de RF, una antena direccional de apertura media y, típicamente, dimensiones de 30 cm × 20 cm × 3 cm. Un terminal de tamaño maletín o A3 tiene una potencia elevada de RF, una antena direccional de gran apertura y, típicamente, dimensiones de 40 cm × 30 cm × 5 cm.

En un ejemplo, los parámetros de los tipos de terminal se muestran en las Tablas 1 y 2, que sigue a continuación:

**Tabla 2 – Parámetros de los terminales**

Parámetro del terminal	HH	A5	A4	A3
Margen de desvanecimiento de la banda L destino	4,5	3,7	3,1	2,5
G/T	-23	-18	-12	-9
Potencia de RF (W)	1,5	1,9	2,8	7,2
Ganancia de antena	3,5	7,5	12	15,2
Pérdida de la orientación	0,4	0,8	1,2	1,5
EIRP máx hacia el satélite	4,6	8,6	13,6	20,9

El tipo de terminal del MAN puede ser identificado al SAN durante el registro del MAN en el SAN, o el SAN puede obtener esta información a partir de una fuente externa en base a la identidad del MAN.

### Detalles de la unidad de un canal transmisor

La Figura 2a muestra las funciones de una unidad de un canal transmisor (TCU), que lleva a cabo la codificación y la modulación de señales para su transmisión por un canal de frecuencia única. El SAN contiene múltiples TCU de ese tipo, suficientes para el máximo número de

canales de frecuencia transmitidos en el enlace de conexión. Cada MAN contiene al menos una TCU.

Una capa de adaptación de *hardware* HAL proporciona una interfaz entre las unidades de canal y el *software* de alto nivel que controla las configuraciones de las unidades de canal, gestiona las señales desmoduladas recibidas y da salida a las señales para su transmisión. El *software* de alto nivel puede incluir una capa de control de acceso al medio (MAC) que asigna canales lógicos a conexiones de portador y conexiones de portador a la capa física, tal como se describe, por ejemplo, en el documento EP-A-0 993 149.

En la TCU, la HAL da salida a bloques de datos de un tamaño predeterminado, pero de bloques variables, que contienen bits de datos  $d$ , que son cifrados por el cifrador SCR y codificados con redundancia por un codificador ENC con una velocidad de codificación CR establecida por la HAL.

El codificador da salida a los datos y a bits de paridad a un sincronizador SYNC de transmisión, que formatea los bits y los transforma en conjuntos de modulación, cada uno de los cuales determina el estado de modulación de un símbolo modulado para su salida a un modulador MOD, que modula los conjuntos según un sistema de modulación variable objeto de salida por parte de la HAL. También se da entrada a símbolos de palabra única (UW) procedentes de una tabla de palabras únicas UWT en el sincronizador SYNC para su salida según un formato seleccionado de interfaz aérea, tal como se describirá en lo que sigue. Un generador de señalización por tramas vacías EFSG genera tramas vacías, que se usan como entrada si no ha de enviarse dato alguno, en respuesta a una señalización por tramas vacías EFS procedente de la HAL.

La sincronización de la salida de las diferentes etapas es controlada por una función de sincronización de tramas FT que recibe correcciones de sincronización TC procedentes de la HAL. La HAL selecciona la frecuencia de salida de la unidad de un canal transmisor TCU controlando una frecuencia de transmisión  $f_T$  de un convertidor ascendente UP de frecuencia, cuya salida se transmite al satélite SAT.

### **Detalles de la unidad de un canal receptor**

La Figura 2b muestra una unidad de un canal receptor (RCU), que lleva a cabo la desmodulación y la decodificación de las señales recibidas por un canal de frecuencia única. El SAN contiene múltiples RCU de ese tipo, suficientes para el máximo número de canales de frecuencia recibidos en el enlace de conexión. Cada MAN contiene al menos una RCU.

En la RCU, se recibe del satélite SAT un canal de frecuencia, su frecuencia se reduce al mezclarla con una señal de frecuencia de conversión descendente en un convertidor

descendente DOWN de frecuencia a una frecuencia de recepción  $f_R$  controlada por la HAL, y se desmodula mediante un desmodulador DEMOD.

La temporización de tramas de las ráfagas es determinada por un detector de la temporización de sincronización ST de recepción y por un detector de palabra única UWD. La ráfaga desmodulada es descodificada por un descodificador DEC según una velocidad de codificación CR determinada por el detector de palabra única, y es descifrada por un descifrador DESCR. A continuación, la HAL recibe el contenido de los datos de la ráfaga. Un detector de tramas vacías EFD detecta las tramas vacías.

La temporización de la recepción puede ser determinada mediante una técnica de sincronización de tramas asistida por descodificador, tal como se describe, por ejemplo, en el documento GB-A-2371952, o en la monografía "Decoder-assisted frame synchronisation for Turbo coded systems", Howlader, Wu y Woerner, 2º Simposio Internacional sobre Turbocódigos, Brest, septiembre de 2000.

#### **Detalles del codificador con FEC**

En una realización preferida, el codificador ENC lleva a cabo un algoritmo de turbocodificación, como el descrito en general en la monografía "Near Shannon limit error-correcting coding and decoding: Turbo codes", Berrou, C., Glavieux, A. y Thitimajshima, P, Proc. of ICC '93, pp. 1064-1070, o con mejoras como las descritas en el documento WO99/34521. Tal como se muestra en la Figura 3, un turbocodificador consiste en una memoria intermedia BUF y un dispositivo de entrelazado INT, recibiendo ambos bits de datos  $d$  en paralelo y dando salida a los bits de datos a respectivos codificadores idénticos de Código Convolutivo Recursivo Sistemático SRCC de 16 estados con respectivas corrientes de bits de paridad,  $p$ ,  $q$ . los bits de datos  $d$  no codificados y los bits de paridad  $p$ ,  $q$  salen hacia un dispositivo de criba PUNC, que genera conjuntos de modulación de bits a partir de todos los bits de datos  $d$  y algunos de los bits de paridad  $p$ ,  $q$  según una matriz de criba que determina cuáles de los bits de paridad  $p$ ,  $q$  se seleccionan para su transmisión, y, por ende, la velocidad de codificación. La matriz de criba puede modificarse para que cambie la velocidad de codificación CR, según dicte la HAL.

El tamaño del dispositivo de entrelazado INT determina el tamaño del bloque del codificador; se carga un bloque de bits de datos  $d$  en la memoria intermedia BUF y en el dispositivo de entrelazado INT, los codificadores SRCC codifican el bloque de bits de datos  $d$  y el dispositivo de criba PUNC da salida a los bits cribados.

La Figura 4 muestra la estructura de cualquiera de codificadores SRCC. Se suministra bits de datos  $d$  de entrada en paralelo a una salida de datos sistemáticos y a un codificador

convolucional recursivo que comprende cuatro registros T de desplazamiento y sumadores binarios, dispuestos según se muestra en la Figura 4, para dar salida a los bits de paridad p o q. El polinomio de vuelta es  $23_8$  y el polinomio de ida es  $35_8$ :

$$\text{Polinomio de vuelta} = 1 + X^3 + X^4$$

$$\text{Polinomio de ida} = 1 + X + X^2 + X^4$$

Los codificadores SRCC se inicializan poniendo los registros T de desplazamiento en estado 5  
cero antes de cada bloque de bits de datos d, para que su salida no dependa de los bits de ningún bloque anterior. No se añaden los bits ya tratados.

En el descodificador DEC puede usarse cualquier algoritmo adecuado, tal como los algoritmos MAP o SOVA, bien conocidos.

### Tipos de portador

10 No es posible proporcionar un único estándar de interfaz aérea que optimice la velocidad de transmisión disponible a los terminales mayores a la vez que mantiene la comunicación con los terminales menores. Este problema se resuelve soportando una pluralidad de tipos diferentes de portador definidos por su velocidad de símbolo y su sistema de modulación.

15 Cada portador se define como una ráfaga dentro de una trama o ranura de tiempo en un sistema de Multiplexado por División de Tiempo (TDM)/Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA)/Acceso Múltiple por División de Frecuencia; en otras palabras, los portadores se separan por frecuencia (FDMA), cada canal de frecuencia se divide en tramas periódicas, conteniendo cada trama un portador o bien estando dividida en dos o más ranuras de tiempo, cada una de las cuales contiene un portador. En la dirección de ida, se asignan diferentes 20 portadores a diferentes tramas que se multiplexan conjuntamente en el mismo canal de frecuencia (TDM). En la dirección de vuelta, diferentes terminales pueden transmitir portadores en diferentes ranuras de tiempo que pueden estar en el mismo canal de frecuencia (TDMA). El periodo de la trama es de 80 ms y el periodo de la ranura de tiempo puede ser de 80, 20 o 5 ms.

25 Los parámetros soportados de portador son los siguientes:

**Tabla 3 – Parámetros de portador**

Modulación	Velocidad de símbolos (kS/s)
4-aria ( $\pi/4$ QPSK), 16QAM	16,8, 33,6, 67,2, 151,2

Sin embargo, no se soportan todas las combinaciones posibles, porque algunas son redundantes y otras no proporcionan un rendimiento adecuado para ningún tipo de comunicación en ningún haz con cualquier terminal.

5 Los tipos de portador soportados son identificados en el presente documento mediante un código de formato DPTRM, que indica dirección D, periodo P de la ráfaga, tipo T (que se usa meramente como separador, velocidad R de símbolo y modulación M como sigue:

**Tabla 4 – Códigos de los parámetros del portador**

<b>D</b>	<b>P (ms)</b>	<b>R (33,6 kS/s)</b>	<b>M</b>
F = Ida	80	0,25	X = 16-QAM
R = Vuelta	20	0,5	Q = $\pi/4$ QPSK
	5	1	
		2	
		4	
		4,5	
		5	

10 Por ejemplo, el código F80T4.5X significa un portador de ida con una longitud de ráfaga de 80 ms, una velocidad de símbolo de 151,2 kS/s y modulación 16-QAM. Pueden añadirse sufijos de código opcionales 2B o 4B para indicar el número de bloques de FEC que contiene la ráfaga del portador. Cada bloque de FEC está codificado con FECT de manera independiente.

Los portadores soportados, junto con su ancho de banda asociado, se muestra a continuación en la Tabla 5:

**Tabla 5 – Portadores soportados**

<b>Código</b>	<b>Ancho de banda (kHz)</b>
R20T0.5Q	21
F80T1Q4B	42
F80T1X4B	42
R20T1Q	42
R20T1X	42
R20T2X	84
R5T2X	84
R20T2Q	84
R5T2Q	84

Código	Ancho de banda (kHz)
F80T4.5X	189
R20T4.5Q	189
R5T4.5Q	189
R20T4.5X	189
R5T4.5X	189

Sin embargo, R5T4.5Q y R5T4.5X son opcionales, ya que sus datos son equivalentes a los de los portadores R20T1, pero tienen una eficiencia del ancho de banda menor. Además, pueden implementarse otros portadores posibles de cara a la retrocompatibilidad con los sistemas existentes, como F80T1X2B y F80T1Q2B.

#### 5 Canales de frecuencia compartida

Cada canal de frecuencia transmitido por el satélite puede ser compartido en frecuencia entre diferentes portadores, cada uno de los cuales ocupa menos de la mitad del ancho de banda disponible. Por ejemplo, un canal de 190 kHz puede contener dos portadores de 84 kHz, cuatro portadores de 42 kHz, ocho portadores de 21 kHz, o una combinación de los mismos.

Así mismo, un canal de frecuencia de 90 kHz puede contener dos portadores de 42 kHz, cuatro portadores de 21 kHz o una combinación de los mismos, como un portador de 42 kHz y dos portadores de 21 kHz. Los portadores de ida que son adyacentes en frecuencia y que tienen el mismo sistema de modulación se transmiten de manera síncrona, lo que permite una desmodulación simultánea de múltiples portadores por parte de los MAN. Los MAN son capaces de recibir hasta cuatro portadores adyacentes de esta manera. Esto añade flexibilidad en la velocidad de los datos y/o en el tipo de canal proporcionado a un MAN. Por ejemplo, pueden asignarse dos portadores de 42 kHz a un MAN cuando no hay disponible un único portador de 84 kHz o de 189 kHz, como en un haz regional RB. Puede usarse un portador para una corriente de datos de unidifusión o para la señalización, y el segundo podría ser un portador de difusión/multidifusión. Por ende, la adquisición de portador solo es preciso llevarla a cabo una vez para múltiples portadores síncronos. Además, la temporización de símbolos puede ser sincronizada entre tramas sucesiva para ayudar a los MAN en la adquisición de la sincronía. Incluso cuando la velocidad de codificación de un bloque es demasiado elevada para que un MAN la decodifique con éxito, el MAN puede seguir detectando la temporización del símbolo y, por lo tanto, será capaz de descodificar los bloques subsiguientes con velocidades de codificación menores.

Se muestra un ejemplo de canales de frecuencia de ida compartidos en la Figura 5, en la que un primer canal de 200 kHz contiene dos portadores F80T1X y dos F80T1Q, mientras que un segundo canal de 200 kHz contiene un portador F80T4.5X. La Figura 5 muestra el mismo formato del canal de frecuencia compartida entre dos tramas adyacentes, pero las tramas adyacentes pueden contener diferentes formatos de canal compartido. Por ejemplo, se puede variar el sistema de modulación en cada subcanal de frecuencia entre tramas, y un MAN que reciba ese subcanal puede detectar automáticamente cualquier cambio en la modulación entre tramas. La detección automática se facilita seleccionando entre sistemas de modulación que son subconjuntos o superconjuntos los unos de los otros (por ejemplo, QPSK y 16QAM).

Se muestra un ejemplo de canales de frecuencia de vuelta compartidos en la Figura 6, en la que una trama de un canal de 200 kHz contiene los siguientes tipos de portador multiplexados en frecuencia y tiempo: R5T1X ( $\times 8$ ), R5T2Q, R5T2X ( $\times 3$ ), R20T1Q, R20T1X, R20T2X, R20T4.5Q, R20T4.5X.

El programa de compartición de cada canal de frecuencia de vuelta es controlado por el SAN y transmitido en paquetes de un programa de vuelta en los portadores de ida. El programa de vuelta dicta los tipos de portador y su disposición dentro de una trama.

### Subtipos de velocidad de codificación

Cada tipo de portador comprende un conjunto de subtipos que tienen diferentes velocidades de codificación con FECT para permitir relaciones portadora-ruido P/Ru diferentes. Los subtipos se identifican mediante códigos, tal como se muestra a continuación en las Tablas 6 y 7, para portadores 4-arios y QAM, respectivamente. Los valores exactos de la velocidad de codificación están optimizados para cada tipo de portador de tal manera que la carga útil de los datos lleva un número entero de octetos.

**Tabla 6 – Subtipos para portadores 4-arios**

Subtipo	L8	L7	L6	L5	L4	L3	L2	L1	RE	H1
Velocidad de codificación	1/3	2/5	1/2	5/9	5/8	2/3	3/4	4/5	5/6	7/8

**Tabla 7 – Subtipos para portadores QAM**

Subtipo	L3	L2	L1	RE	H1	H2	H3	H4	H5	H6
Velocidad de codificación	1/3	2/5	4/9	1/2	4/7	5/8	2/3	3/4	4/5	6/7

Para cada tipo de portador se selecciona un intervalo de velocidades de codificación diferenciadas para producir cambios progresivos de aproximadamente 1 dB en el rendimiento P/Ru del portador, tal como se describe en lo que sigue.

### Formato de la trama de ida

5 Los formatos de los portadores de ida incluyen una UW inicial y símbolos piloto distribuidos. La duración de la trama es de 80 ms.

Los tipos de portador F80T1Q4B y F80T1X4B son portadores de bajo ancho de banda con gran poder de penetración usados para la comunicación con terminales de pequeña apertura y para la señalización. Cada trama se divide en cuatro bloques de FEC de 20 ms.

10 En la Figura 7 se muestra un ejemplo del formato F80T1Q4B. En este ejemplo, una UW inicial de 40 símbolos (1,19 ms de duración) es seguida por cuatro bloques de FEC FB1 a FB4, cada uno de los cuales tiene 640 símbolos (19,05 ms de duración), incluyendo un símbolo piloto después de cada 29 símbolos de FEC, dando un total de 29 símbolos piloto por trama.

15 A continuación, la Tabla 8 muestra los posibles subtipos de la velocidad de codificación para el portador F80T1Q4B, junto con la velocidad de datos asociada, el requisito P/Ru para una velocidad de errores en ráfaga de  $10^{-3}$ , el requisito de etapas en P/Ru y Eb/No:

**Tabla 8 – Rendimiento del subtipo de la velocidad de codificación F80T1Q4B**

Subtipo de velocidad de codificación	Velocidad de datos (kBit/s)	P/Ru requerida (dBHz)	Etapas P/Ru (dB)	Eb/No (dB)
L8	21,6	44,98	-	1,43
L7	25,6	45,84	0,86	1,55
L6	30,4	46,82	0,98	1,78
L5	35,2	47,71	0,89	2,04
L4	40,0	48,60	0,89	2,37
L3	44,8	49,53	0,93	2,81
L2	49,2	50,46	0,93	3,33
L1	52,8	51,52	1,06	4,09
RE	55,6	52,49	0,97	4,83

20 El tipo de portador F80T4.5X es un portador de ancho de banda elevado con poco poder de penetración usado para datos de tráfico. Cada trama se subdivide en ocho bloques de 10 ms para reducir la latencia, de modo que este portador es adecuado para aplicaciones de voz y de videoconferencia.

### Formatos de la ráfaga de vuelta

La duración de las ráfagas de vuelta puede ser de 5 ms o de 20 ms, eligiéndose la duración de 5 ms de las ráfagas para aplicaciones de latencia reducida. Hay un único bloque de FEC por ráfaga, salvo para la mayor velocidad de símbolo ( $R = 4,5, 151,2$  kS/s), en la que hay dos bloques de FEC para evitar un requisito excesivo de memoria para los codificadores de FEC. Por una parte, un tamaño de bloque de menos de aproximadamente 20 octetos no es viable, porque el rendimiento del turbodescodificador empieza a degradarse cuando la carga útil de datos es menor que este umbral. Esto pone un límite inferior a los demás parámetros para una ranura de tiempo de 5 ms: una velocidad de símbolo mínima de 33,6 kS/s con modulación 16-QAM o 67,2 kS/s con modulación 4-aria.

En la Figura 8 se muestra un ejemplo de la estructura portadora R20T4.5X, que comprende un intervalo de tiempo de seguridad GT de 54 periodos de símbolo en el que no se transmite ningún símbolo, un preámbulo CW de 18 símbolos, una palabra única UW1 inicial, dos bloques FB1 y FB2 y una palabra única UW2 final. Los subtipos de la velocidad de codificación y la métrica del rendimiento asociado se muestran a continuación en la Tabla 9:

**Tabla 9 – Rendimiento del subtipo de la velocidad de codificación R20T4.5X**

Subtipo de velocidad de codificación	Velocidad de datos (kBit/s)	P/Ru requerida (dBHz)	Etapas P/Ru (dB)
L3	192,8	55,73	-
L2	225,6	56,71	0,98
L1	258,4	57,66	0,95
R	292,0	58,58	0,92
H1	332,0	59,64	1,06
H2	372,0	60,69	1,05
H3	408,0	61,66	0,97
H4	448,0	62,76	1,10
H5	475,2	63,75	0,99
H6	492,8	64,68	0,93

### Velocidad de codificación adaptativa

Para todos los tipos de portador, la velocidad de codificación es variable, y puede fijarse de manera independiente para cada bloque de FEC. La velocidad de codificación puede variarse en respuesta a la P/Ru medida para que ese portador logre un rendimiento de la relación de errores en la ráfaga de  $10^{-3}$ . El SAN mide la P/Ru para cada portador de vuelta, determina si se

requiere algún cambio en la velocidad de codificación y, en caso afirmativo, señala el cambio requerido al MAN que transmite ese portador. El SAN realiza un cambio correspondiente en la velocidad de codificación a cualquier portador de ida transmitido a ese MAN.

5 En un ejemplo, el SAN mide la P/Ru de cada ráfaga recibida. En base al tipo y al subtipo de la ráfaga recibida, y al tipo del MAN transmisor, el SAN calcula un valor de corrección de la ganancia que es transmitido en un paquete de señalización al MAN que transmitió la ráfaga. El MAN puede cambiar su potencia de transmisión y/o su velocidad de codificación para lograr la corrección de ganancia indicada por el valor de corrección.

10 El MAN puede también medir la P/Ru para un portador de ida recibido y, si el valor de P/Ru cae fuera de un intervalo predeterminado y, subsiguientemente, no se recibe del SAN ninguna instrucción para cambiar la velocidad de codificación en un periodo de desconexión automática, el MAN puede cambiar la velocidad de codificación de sus portadores de vuelta transmitidos para compensar las condiciones del canal en el enlace de vuelta, suponiendo que las condiciones del canal sean simétricas en los enlaces de ida y de vuelta.

15 De manera alternativa, la velocidad de codificación de los portadores de vuelta transmitidos puede ser determinada completamente por el MAN en base a los recibidos en la P/Ru medida del portador de ida, y no es señalizada por el SAN.

20 En los portadores de ida, la velocidad de codificación del primer bloque de FEC en una ráfaga es señalizada por la UW inicial en esa ráfaga; la UW es seleccionada por la TCU entre un conjunto de UW, cada una de las cuales corresponde a los diferentes subtipos de la velocidad de codificación. Cualquier cambio en la velocidad de codificación para subsiguientes bloques de FEC en la ráfaga es señalizado por un paquete de señalización de la difusión contenido en el primer bloque de FEC; si no hay cambio alguno, este paquete se omite.

25 La Tabla 10, a continuación, muestra, como ejemplo, la correspondencia entre las UW y los niveles de codificación para portadores F80X/Q:

**Tabla 10 – UW correspondientes a velocidades de codificación para portadores F80X/Q**

<b>Velocidad de codificación</b>	<b>Símbolos de palabra única</b>									
<b>L8</b>	E	4	5	6	4	A	D	A	D	B
<b>L7</b>	B	E	D	8	B	3	E	A	D	2
<b>L6</b>	F	2	F	5	F	4	9	6	A	6
<b>L5</b>	C	9	1	1	3	6	4	2	8	A
<b>L4</b>	F	9	A	4	2	B	B	1	A	B
<b>L3</b>	D	4	E	3	5	7	2	9	9	C
<b>L2</b>	4	C	B	9	D	9	D	1	7	4

Velocidad de codificación	Símbolos de palabra única									
L1	6	A	A	F	7	A	6	E	4	E
R	C	2	4	0	E	9	6	5	8	7
H1	5	1	4	B	B	8	B	A	6	2
H2	B	5	8	9	6	C	C	D	D	F
H3	A	8	7	B	0	D	A	6	C	9
H4	5	A	1	A	6	7	9	D	6	F
H5	6	1	F	E	A	5	4	9	4	3
H6	A	3	2	A	D	2	8	1	C	4
H7	7	7	5	D	1	B	0	5	5	8
H8	D	F	B	2	8	8	0	E	9	1

En los portadores de vuelta, la velocidad de codificación también está indicada en la UW inicial seleccionada por el MAN. La velocidad de símbolo también puede ajustarse ráfaga a ráfaga y es determinada por los programas de vuelta, tal como se ha descrito anteriormente.

### Modo de ahorro de energía

- 5 Si no hay datos que enviar en ningún bloque de una trama de un portador 16-QAM, se transmite una secuencia de transmisión predefinida en la que símbolos de datos vacíos ocupan únicamente los puntos interiores de la constelación 16-QAM, mientras que los símbolos piloto ocupan sus puntos exteriores normales de la constelación. Esto ahorra aproximadamente 6 db en la potencia de transmisión.

### 10 Portadores de ida compartidos

- Para optimizar el uso del ancho de banda del satélite, un solo portador de ida puede contener datos dirigidos a múltiples MAN de ganancia diferente. Esto restringe la velocidad máxima de datos obtenible en el portador, o bien evita el servicio a terminales de apertura menor. Además, cuando el ancho de banda disponible está limitado en un haz, o cuando los 15 MAN receptores son incapaces de procesar señales con ancho de banda elevado, se usarán portadores de banda estrecha (42 kHz). La potencia media de un portador de ida está fijada en la duración de la trama y está preparada para proporcionar un enlace de al menos el rendimiento umbral con el MAN receptor menos capaz.

- 20 En el ejemplo mostrado en la Figura 9, un portador contiene una UW que indica una velocidad de codificación CR inicial de 1/3 y cuatro bloques de FEC FB1 a FB4. El primer bloque FB1 contiene un paquete de teleconferencia que contiene una cabecera de teleconferencia BB y un par de valores atributos AVP de la velocidad de codificación que

indican que las velocidades de codificación para los bloques FB2 a FB4 son 2/3, 4/5 y 4/5, respectivamente. Se escoge la velocidad de codificación inicial de 1/3 para que el menos capaz de los MAN que reciba este portador pueda recibir el paquete de teleconferencia. De aquí que la velocidad de codificación inicial será menor o igual que cualquiera de las velocidades de codificación subsiguientes. Un MAN que determine que será incapaz de descodificar bloques con una velocidad de codificación mayor puede ahorrar energía no desmodulando esos bloques. Los bloques FB2 y FB3 contienen los paquetes CON1, CON2 y CON3, correspondientes a conexiones con MAN diferentes. El paquete CON2 se parte en el límite entre bloques y, por lo tanto, el MAN que recibe este paquete tiene que ser capaz de descodificar con éxito a la velocidad de codificación de 4/5.

Cuando resulte posible, los paquetes dirigidos a MAN del mismo tipo se asignan al mismo portador, para que el rendimiento de transmisión no esté limitado a los MAN más capaces por la presencia de paquetes dirigidos a MAN menos capaces en el mismo portador. Sin embargo, en condiciones de tráfico reducido, los paquetes dirigidos a tipos diferentes de MAN pueden ser asignados al mismo portador para conservar ancho de banda. A medida que aumenta el nivel de tráfico, pueden migrar los MAN seleccionados en otros portadores para agruparlos con otros MAN del mismo tipo.

### **Aplicaciones alternativas**

Pueden aplicarse realizaciones de la presente invención a muchos tipos diferentes de sistemas inalámbricos de comunicaciones, incluyendo, sin limitación, sistemas de comunicaciones por satélites geoestacionarios, geosíncronos y no geosíncronos y sistemas terrestres de comunicaciones inalámbricas. En el caso de los sistemas de satélites, los satélites pueden ser satélites de proceso o de conmutación, en vez de los satélites "transparentes" o repetidores.

## Reivindicaciones

1. Un procedimiento de transmisión de datos desde un transmisor a uno o más receptores dentro de una ráfaga, que comprende las etapas de:
  - codificar bloques de datos con una velocidad de codificación (CR) variable para generar
  - 5 bloques con corrección anticipada de errores para que la velocidad de codificación (CR) con corrección anticipada de errores varíe entre los bloques (FB1, FB2, FB3, FB4) con corrección anticipada de errores, incluyendo en la ráfaga una cabecera que indique la velocidad de codificación (CR) de uno de los bloques, e
  - 10 incluir en el referido uno de los bloques datos que indiquen la velocidad de codificación (CR) de uno o más de los bloques subsiguientes (FB1, FB2, FB3, FB4).
2. Un procedimiento según la reivindicación 1 en el que dicho uno de los bloques es un primero de los bloques (FB1, FB2, FB3, FB4) que han de ser transmitidos.
3. Un procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2 en el que dicha cabecera comprende una palabra única (UW) variable.
- 15 4. Un procedimiento según cualquier reivindicación precedente en el que la velocidad de codificación (CR) indicada en la cabecera es igual o menor que la velocidad de codificación (CR) del bloque o bloques subsiguientes (FB 1, FB2, FB3, FB4).
5. Un procedimiento según cualquier reivindicación precedente en el que los bloques (FB1, FB2, FB3, FB4) contienen paquetes dirigidos a una pluralidad de receptores.
- 20 6. Un procedimiento según la reivindicación 5 en el que al menos algunos de los paquetes están partidos entre bloques diferentes.
7. Un procedimiento según las reivindicaciones 5 o 6 en el que el procedimiento incluye además la identificación del menos capaz de los receptores y la selección de uno o más parámetros de la transmisión para adaptarse a las prestaciones del menos capaz de los
- 25 receptores.
8. Un procedimiento según la reivindicación 7 en el que la velocidad de codificación (CR) se selecciona para adaptarse a las prestaciones del menos capaz de los receptores.
9. Un procedimiento según las reivindicaciones 5 o 6 en el que el procedimiento comprende, además, la identificación de las prestaciones de recepción de los receptores inalámbricos y
- 30 la asignación de paquetes dirigidos a los receptores que tengan prestaciones similares de recepción en la misma de una pluralidad de portadores.
10. Un procedimiento según las reivindicaciones 5 o 6 en el que el procedimiento comprende, además: en una primera situación de tráfico reducido, la asignación de paquetes a un número menor de portadores que contienen paquetes dirigidos a receptores con diferentes
- 35 prestaciones de recepción, y, en una segunda situación de tráfico elevado, la asignación

de paquetes a un mayor número de portadores y la asignación de paquetes dirigidos a los receptores que tengan prestaciones de recepción similares a la misma de dicho número mayor de portadores.

- 5 **11.** Un procedimiento según cualquier reivindicación precedente por medio del cual los bloques son transmitidos por un enlace de satélite entre una estación de satélites (SAN) y un terminal móvil de satélites (MAN) adaptado para transmitir con una seleccionada de entre una pluralidad de velocidades de codificación (CR) diferentes con corrección anticipada de errores (FEC), en el que un cambio entre velocidades de codificación sucesivas de dichas velocidades de codificación (CR) con FEC proporciona un cambio
- 10 sustancialmente constante en la ganancia en el enlace de satélite, y en el que, en el terminal (MAN), se transmite una pluralidad de ráfagas a la estación de satélites (SAN), y por medio del cual las velocidades de codificación (CR) con FEC de las ráfagas varían entre al menos algunas de dichas ráfagas en respuesta a una señal procedente de la estación de satélites (SAN).
- 15 **12.** Un procedimiento según la reivindicación 11 en el que dicha señal depende de la calidad de recepción de una o más de dichas ráfagas recibidas previamente por la estación de satélites (SAN) procedentes del terminal móvil de satélites (MAN).
- 13.** Un procedimiento según las reivindicaciones 11 o 12 en el que el terminal móvil de satélites (MAN) selecciona las velocidades de codificación con FEC de al menos una de
- 20 dichas ráfagas dependiendo de la calidad de recepción de una o más transmisiones transmitidas desde la estación de satélites (SAN) al terminal móvil de satélites (MAN) si dicha señal no es recibida desde la estación de satélites en un periodo de desconexión automática.
- 14.** Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 que comprende además
- 25 el control de una transmisión a una estación de satélites (SAN) desde un terminal móvil de satélites (MAN), adaptada para transmitir a una velocidad de codificación seleccionada de una pluralidad de diferentes velocidades de codificación (CR) con corrección anticipada de errores (FEC), en el que un cambio entre velocidades de codificación sucesivas de dichas velocidades de codificación (CR) con FEC proporciona un cambio sustancialmente
- 30 constante en la ganancia en el enlace de satélite, y en el que, en el terminal (MAN), se recibe una primera ráfaga procedente de la estación de satélites (SAN), y se determina una calidad de recepción de la primera ráfaga, y, si la calidad de recepción no satisface un criterio predeterminado, se transmite una instrucción al terminal móvil de satélites (MAN) para que seleccione una diferente de las velocidades con FEC para la transmisión de una

segunda ráfaga subsiguiente, de tal forma que la segunda transmisión se reciba con una calidad de recepción que satisfaga el criterio predeterminado.

15. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14 en el que dicho cambio sustancialmente constante en ganancia es de aproximadamente 1 dB.
- 5 16. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15 en el que la estación de satélites es una estación terrestre de satélites para la comunicación con el terminal de satélites por medio de un satélite.
17. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15 en el que dicha estación de satélites es un satélite.
- 10 18. Un aparato dispuesto para llevar a cabo las etapas del procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17.

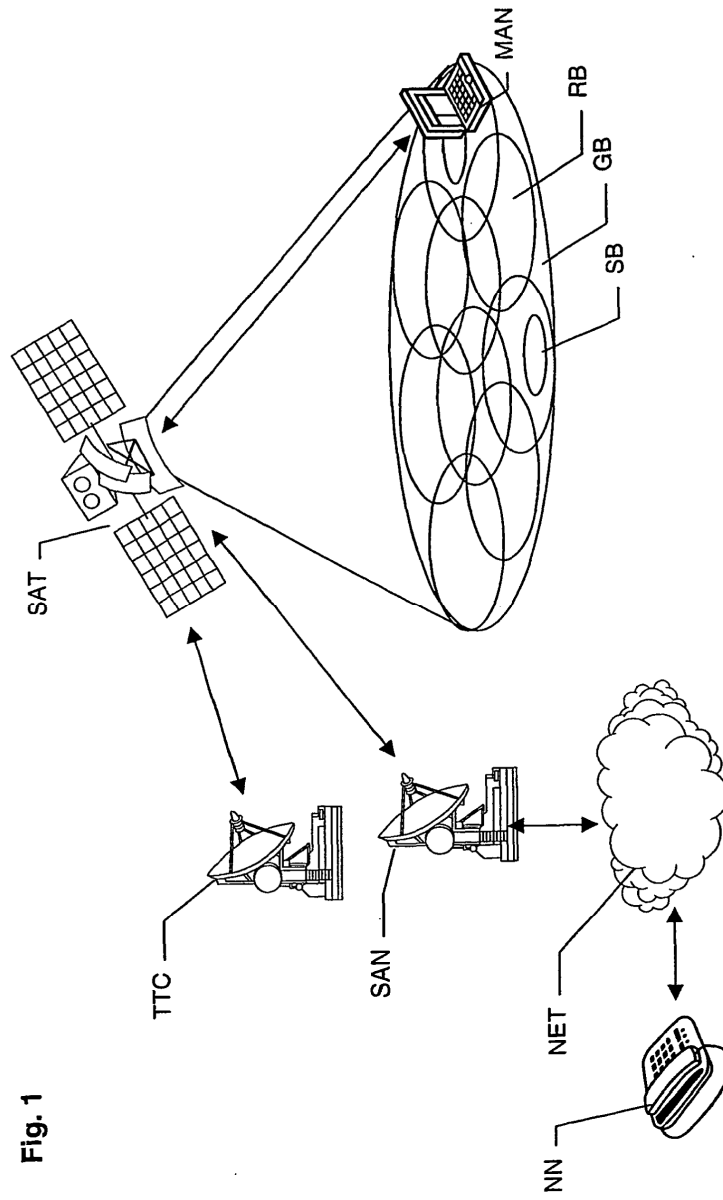


Fig. 1

Fig. 2a

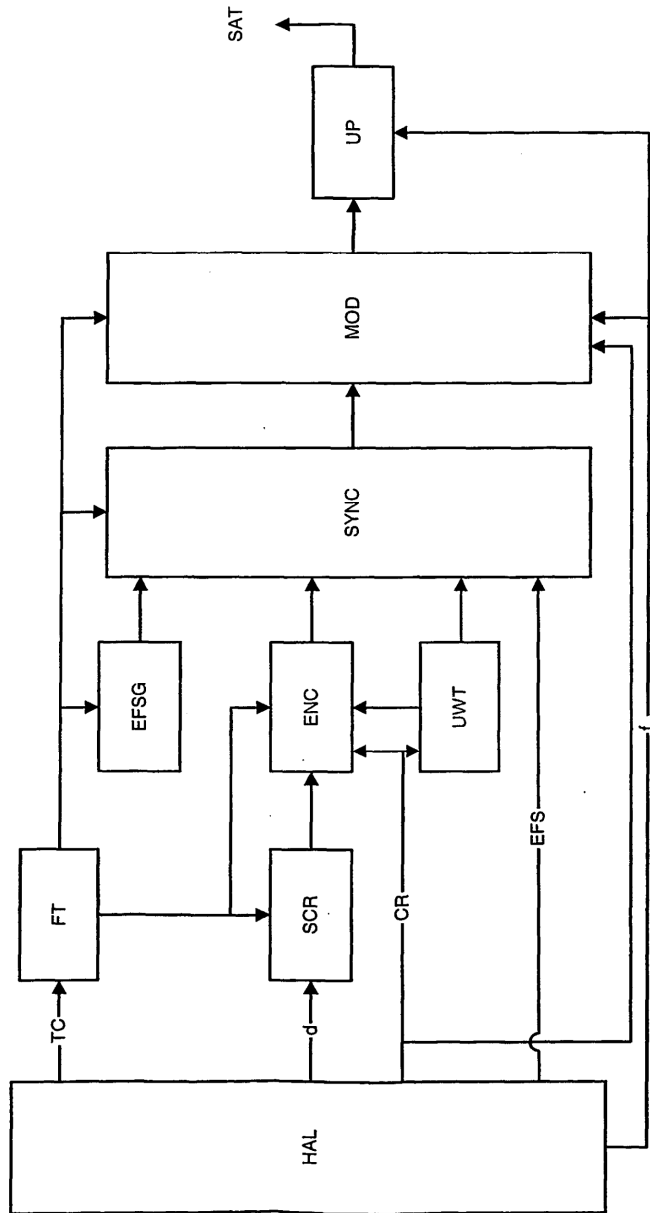
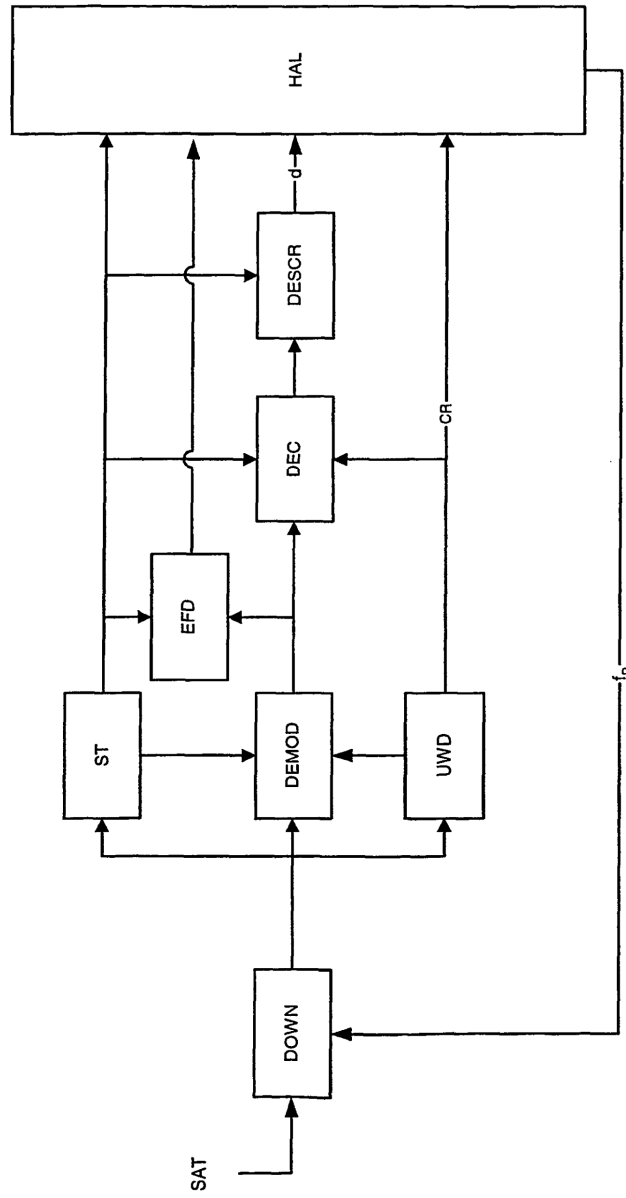


Fig. 2b



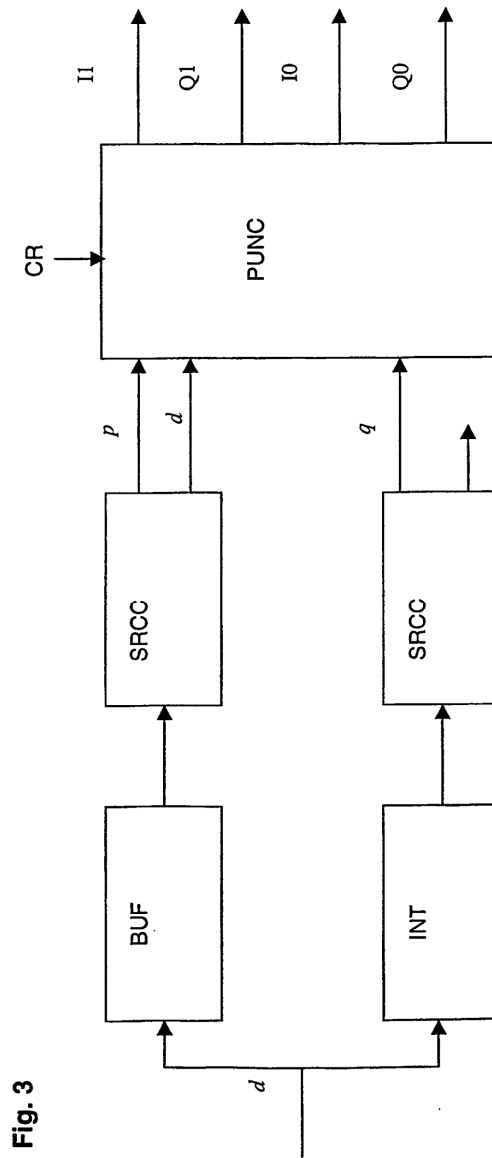
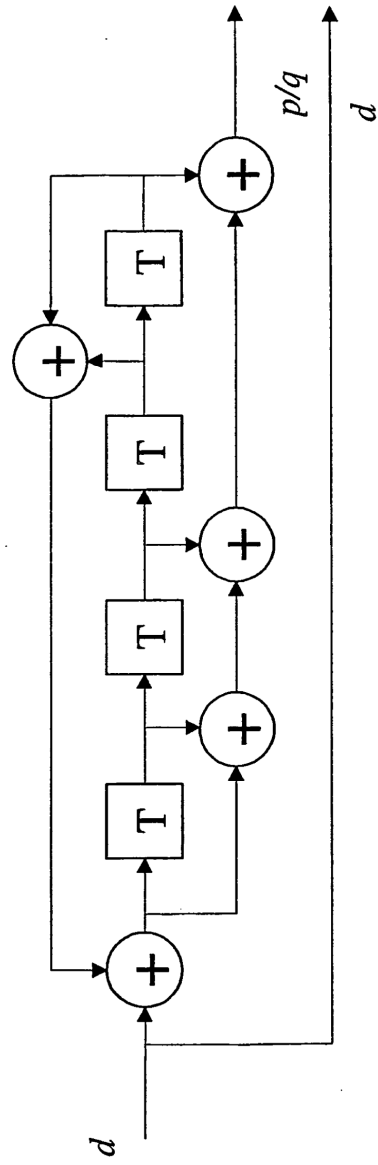
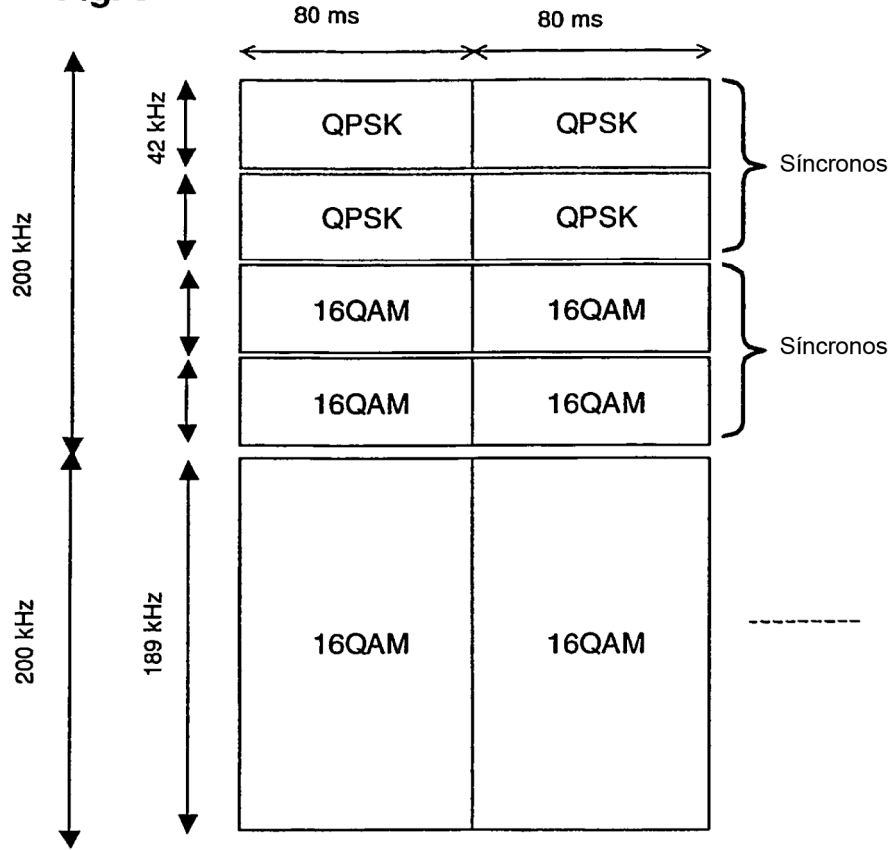


Fig. 3

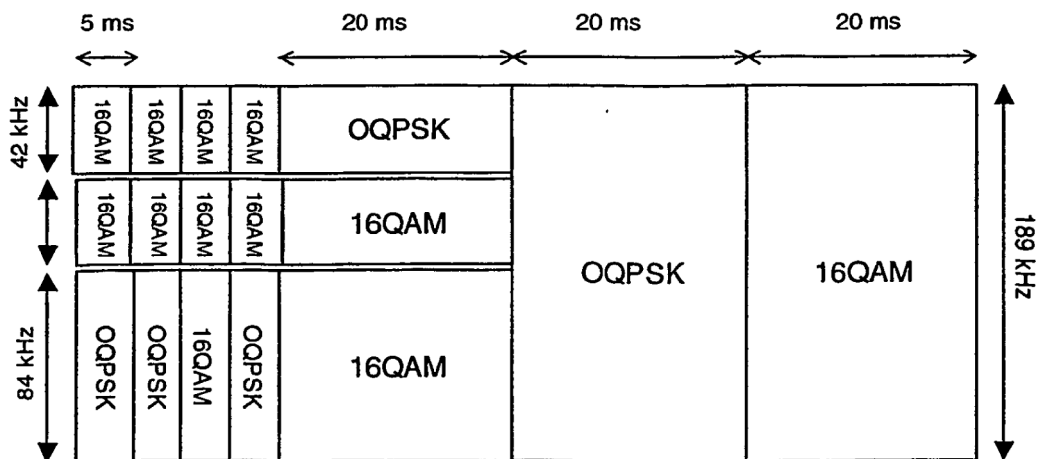
Fig. 4



**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Fig. 7**

Símbolos	UW	FB1	FB2	FB3	FB4
	40	640	640	640	640
	1,19 ms	19,05 ms	19,05 ms	19,05 ms	19,05 ms

**Fig. 8**

Símbolos	GT	CW	UW <sub>1</sub>	FB1	FB2	UW <sub>2</sub>
	54	18	40	1446	1446	20
	0,36 ms	0,12 ms	0,26 ms	9,56 ms	9,56 ms	0,13ms

**Fig. 9**

