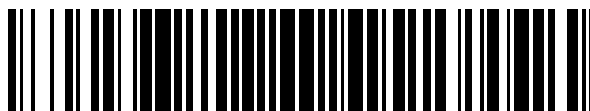


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 910**

51 Int. Cl.:

**H04L 1/08** (2006.01)

**H04L 27/26** (2006.01)

**H04L 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05810124 .7**

96 Fecha de presentación: **14.10.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1800427**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.06.2007**

54 Título: **Repetición de símbolos DMT en presencia de ruido impulsivo**

30 Prioridad:  
**15.10.2004 US 619618 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**02.11.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**02.11.2012**

73 Titular/es:  
**AWARE, INC. (100.0%)  
40 MIDDLESEX TURNPIKE  
BEDFORD, MA 01730-1432, US**

72 Inventor/es:  
**TZANNES, MARCOS, C.**

74 Agente/Representante:  
**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 389 910 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**

Repetición de símbolos DMT en presencia de ruido impulsivo.

5 Campo del invento

Este invento se refiere de manera general a sistemas de comunicaciones. Más en concreto, este invento se refiere a un método de inicialización de un sistema de comunicaciones, a un sistema de comunicaciones o a medios para la inicialización de un sistema de comunicaciones. Una realización de ejemplo de este invento se refiere a una técnica de inicialización para sistemas de comunicaciones. Otra realización de ejemplo se refiere a detección y corrección de errores durante la inicialización.

Descripción de la Técnica Anterior

Los sistemas de comunicaciones operan a menudo en entornos con ruido impulsivo. El ruido impulsivo es una ráfaga de ruido de corta duración que es mayor que el ruido normal que existe típicamente en el canal de comunicación. Por ejemplo, los sistemas DSL operan en líneas telefónicas y experimentan ruido impulsivo procedente de muchas fuentes externas incluyendo teléfonos, radio AM, radio HAM, otros servicios DSL de la misma línea o del mismo haz de fibras, otro equipo del domicilio, etc. En los sistemas de comunicaciones es práctica común utilizar entrelazado en combinación con Corrección de Errores Hacia Adelante (FEC) para corregir los errores provocados por el ruido impulsivo durante la transmisión de datos del usuario, es decir, SHOWTIME.

COMPENDIO

Los procedimientos estándar de inicialización en los sistemas xDSL, como por ejemplo los especificados en los estándares ADSL ITU G.992 y en los estándares VDSL ITU G.993, están diseñados para optimizar el funcionamiento, por ejemplo la velocidad/alcance de los datos, en presencia de interferencia o ruido "estacionario". La protección contra el ruido impulsivo se maneja con Entrelazado/FEC durante el modo de transmisión de datos, conocido como "SHOWTIME" en los sistemas ADSL y VDSL, pero los procedimientos actuales de inicialización xDSL, también conocidos como "procedimientos de entrenamiento" no están diseñados para operar en un entorno con altos niveles de ruido impulsivo. Como ejemplo, existen varios mensajes intercambiados durante la inicialización en los estándares ADSL y VDSL ITU que no están diseñados para funcionar bien en un entorno con altos niveles de ruido impulsivo. Por ejemplo, en los estándares ADSL2 G.992.3, existen mensajes de inicialización tales como R-MSG-FMT, C-MSG-FMT, R-MSG-PCB, C-MSG-PCB, R-MSG1, C-MSG1, R-MSG2, C-MSG2, R-PARAMS, C-PARAMS, etc., que utilizan técnicas de modulación que no proporcionan niveles altos de inmunidad al ruido impulsivo. De manera similar, por ejemplo, en los estándares VDSL1 G.993.1, existen mensajes de inicialización tales como O-SIGNATURE, O-UODATE, O-MSG1, O-MSG2, O-CONTRACT, O-B&G, R-B&G, R-MSG1, R-MSG2, etc., que utilizan técnicas de modulación que no proporcionan niveles altos de inmunidad al ruido impulsivo. Además, G.994.1 (G.hs), que se usa como parte del procedimiento de inicialización para la mayoría de estándares xDSL, utiliza técnicas de modulación que no proporcionan niveles altos de inmunidad al ruido impulsivo. En particular, un receptor no será capaz de demodular/decodificar correctamente la información del mensaje cuando sólo 1 símbolo DMT esté corrompido por el ruido impulsivo. Esto es especialmente problemático porque los sistemas xDSL se diseñan generalmente para que sean capaces de pasar datos de estado estacionario ("SHOWTIME") sin errores en presencia de ruido impulsivo mediante la configuración de un parámetro llamado Protección contra el Ruido Impulsivo (INP). INP se define en los estándares ADSL2 y VDSL2 como el número de símbolos DMT consecutivos que, cuando están completamente corrompidos por el ruido impulsivo, pueden ser corregidos completamente por el receptor usando FEC y entrelazado durante SHOWTIME. Por ejemplo, si INP=2, entonces si 2 (o menos) símbolos DMT SHOWTIME están corrompidos por el ruido impulsivo, el entrelazado y la codificación FEC estarán configurados para que sean capaces de corregir todos los errores de bit resultantes. Esto significa que con los actuales procedimientos de inicialización definidos en los estándares VDSL y ADSL, incluso aunque el sistema xDSL pudiera operar en SHOWTIME en un entorno de ruido impulsivo en el que 2 símbolos DMT estuvieran siendo corrompidos, los transceptores no serían capaces de alcanzar SHOWTIME porque la inicialización fallaría debido a fallo en el mensaje de inicialización.

El documento US 6.243.414 B1 se refiere a un método para un sistema DMT de alta velocidad de bits que proporciona información sobre una pluralidad de tonos DMT. En particular, tonos sencillos que proporcionan una tasa señal-ruido que es demasiado baja para que se use el tono individual en transmisión de datos, se combinan para conseguir una tasa señal-ruido suficientemente alta para transportar datos. De forma alternativa o adicional, un símbolo DMT se repite para aumentar la probabilidad de recibir el símbolo correcto. Aunque se puede usar un procedimiento de inicialización para inicializar el método, dicho método no se aplica al propio procedimiento de inicialización.

Es objeto del presente invento proporcionar un procedimiento de inicialización mejorado para sistemas de comunicaciones que operan en entornos con alto nivel de ruido impulsivo. Este objeto es alcanzado por un método de inicialización de un sistema de comunicaciones de acuerdo con la reivindicación 1, por un sistema de comunicaciones de acuerdo con la reivindicación 9 o por medios para la inicialización de un sistema de comunicaciones de acuerdo con la reivindicación 16. Las realizaciones preferentes son sujeto de las reivindicaciones subordinadas.

Por consiguiente, un aspecto de ejemplo de este invento se refiere a un procedimiento de inicialización mejorado para sistemas de comunicaciones que operan en entornos con mayores niveles de ruido impulsivo.

5 Más en concreto, un aspecto de ejemplo de este invento se refiere a una secuencia de inicialización en la que los mensajes intercambiados durante la inicialización están diseñados para operar en entornos con mayores niveles de ruido impulsivo.

10 Aspectos de ejemplo adicionales del invento se refieren a repetir símbolos DMT dentro de los mensajes de inicialización.

Aspectos de ejemplo adicionales del invento se refieren a duplicar y repetir símbolos DMT dentro de un mensaje o mensajes de inicialización.

15 Aspectos de ejemplo adicionales del invento se refieren a copiar y repetir símbolos DMT dentro de un mensaje o mensajes de inicialización.

20 Aspectos de ejemplo adicionales del invento se refieren a repetir la transmisión de los símbolos DMT que se usan para modular los bits de información del mensaje de inicialización para recibir correctamente los mensajes en un entorno con ruido impulsivo.

Aspectos de ejemplo adicionales del invento se refieren a usar corrección de errores hacia adelante para codificar y decodificar mensajes de inicialización durante la inicialización.

25 Aspectos del invento se refieren además a usar corrección de errores hacia adelante y entrelazado para codificar y decodificar mensajes de inicialización durante dicha inicialización.

30 Aspectos también adicionales del invento se refieren a usar técnicas de detección de errores tales como Suma de Verificación de Redundancia Cíclica (CRC) sobre porciones de un mensaje de inicialización durante dicha inicialización.

35 Aspectos adicionales de ejemplo del invento se refieren a usar técnicas de detección de errores, tales como CRC, sobre porciones de los bits de un mensaje de inicialización para determinar correctamente qué símbolos DMT están corruptos.

Aspectos del invento también se refieren a utilizar técnicas de detección de errores, tales como CRC, sobre porciones de los bits de un mensaje de inicialización para determinar qué bits son erróneos dentro de un mensaje largo.

40 Aspectos del invento también se refieren a analizar la longitud del mensaje de inicialización para determinar de manera dinámica el tipo o los tipos de detección de errores en el mensaje de inicialización y la corrección a utilizar.

45 Aspectos adicionales del invento se refieren a usar técnicas de detección de errores, tales como CRC, sobre porciones de los bits de un mensaje de inicialización y a la retransmisión del mensaje para recibir correctamente los mensajes durante la inicialización.

50 Aspectos adicionales de ejemplo del invento también se refieren a utilizar técnicas de detección de errores, tales como CRC, sobre porciones de los bits de cualquier mensaje o señal para determinar qué símbolos DMT son corrompidos por ruido impulsivo durante la inicialización.

Aspectos adicionales de ejemplo del invento se refieren a transmitir y/o recibir símbolos DMT repetidos con al menos un bit CRC en cada símbolo DMT.

55 Estas y otras características y ventajas de este invento se describen en la siguiente descripción detallada de las realizaciones de ejemplo, o resultan evidentes a partir de la misma.

#### BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

60 Las realizaciones de ejemplo del invento se describirán en detalle, haciendo referencia a las siguientes figuras, en las cuales:

La figura 1 es un diagrama de bloques funcional que ilustra una realización de ejemplo de este invento;

La figura 2 es un diagrama de flujo que esboza una realización de ejemplo para inicializar un sistema de comunicaciones de acuerdo con este invento; y

65 La figura 3 es un diagrama de flujo que esboza una segunda realización de ejemplo para inicializar un sistema de comunicaciones de acuerdo con este invento;

La figura 4 es un diagrama de flujo que esboza una tercera realización de ejemplo para inicializar un sistema de comunicaciones de acuerdo con este invento;

La figura 5 es un diagrama de flujo que esboza una cuarta realización de ejemplo para inicializar un sistema de comunicaciones de acuerdo con este invento; y

5 La figura 6 es un diagrama de flujo que esboza una quinta realización de ejemplo para inicializar un sistema de comunicaciones de acuerdo con este invento;

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

10 Se describirán las realizaciones de ejemplo de este invento en relación con la inicialización en un entorno de comunicaciones cableadas y/o inalámbricas, como por ejemplo un sistema de comunicaciones DSL. Sin embargo, se debería apreciar que, en general, los sistemas y métodos de este invento funcionarán igual de bien para cualquier tipo de sistema o protocolo de comunicaciones en cualquier entorno.

15 Los sistemas y métodos de ejemplo de este invento se describirán también en relación con módems de portadora múltiple, como por ejemplo módems DSL y módems VDSL, y hardware, software de comunicaciones y canales de comunicación asociados. Sin embargo, para evitar complicar de manera innecesaria el presente invento, la siguiente descripción omite estructuras y dispositivos muy conocidos que se pueden mostrar en forma de diagrama de bloque o que se pueden resumir de otra manera.

20 Con fines explicativos, se describen numerosos detalles para proporcionar una comprensión profunda del presente invento. Sin embargo, se debería apreciar que el presente invento puede ser llevado a la práctica en una variedad de formas más allá de los detalles específicos descritos en este documento.

25 Además, aunque las realizaciones de ejemplo ilustradas en este documento muestran los diferentes componentes del sistema colocados unos contiguos a otros, se debe apreciar que los diferentes componentes del sistema pueden estar situados en porciones distantes de una red distribuida, tal como una red de telecomunicaciones y/o Internet, o dentro de un sistema dedicado seguro, inseguro y/o encriptado. De esta forma, se debería apreciar que los componentes del sistema se pueden combinar en uno o más dispositivos, como por ejemplo un módem, o se pueden colocar contiguos unos a otros en un nodo concreto de una red distribuida, tal como una red de telecomunicaciones. Como se apreciará a partir de la siguiente descripción, y por razones de eficiencia computacional, los componentes del sistema se pueden disponer en cualquier posición dentro de una red distribuida sin afectar al funcionamiento del sistema. Por ejemplo, los diferentes componentes pueden estar situados en un módem de Oficina Central (CO, ATU-C, VTU-O), un módem en Instalaciones del Cliente (CPE, ATU-R, VTU-R), un dispositivo de gestión DSL, o alguna combinación de los mismos. De forma similar, una o más porciones funcionales del sistema podrían estar distribuidas entre un módem y un dispositivo informático asociado.

40 Además, se debería apreciar que los diferentes enlaces, incluido el canal 5 de comunicaciones, que conectan los elementos pueden ser enlaces cableados o inalámbricos, o cualquier combinación de los mismos, o cualquier otro elemento o elementos conocido o desarrollado más tarde que sea capaz de suministrar y/o comunicar datos hacia y desde los elementos conectados. El término módulo tal como se usa en este documento se puede referir a cualquier hardware, software, firmware o combinación de los mismos conocido o desarrollado más tarde que sea capaz de realizar la funcionalidad asociada con ese elemento. Los términos determinar, calcular y computar, y las variaciones de los mismos, tal como se usan en este documento se usan de forma intercambiable e incluyen cualquier tipo de metodología, de proceso, de operación matemática o de técnica. En este documento se usan de manera intercambiable módem transmisor y transceptor transmisor así como módem receptor y transceptor receptor.

50 La figura 1 ilustra un sistema de comunicaciones de ejemplo. El sistema 10 de comunicaciones comprende un primer transceptor 100 y un segundo transceptor 200. Cada uno de los transceptores 100 y 200 comprende un módulo 110 de recepción/determinación de símbolos DMT, un módulo 120 de votación por mayoría, un módulo 130 de inspección y selección de símbolos DMT, un módulo 140 de repetición de símbolos DMT, un módulo 150 de FEC/entrelazado, un módulo 160 del tipo de determinación de INP, un módulo 170 CRC, un módulo 180 de modulación/demodulación y un módulo 190 transmisor/receptor. Se debería apreciar que, para mayor claridad, se han omitido numerosos componentes del transceptor. Sin embargo, los transceptores 100 y 200 también pueden incluir los componentes estándar de un dispositivo o de dispositivos de comunicaciones típicos.

55 En general, los sistemas y métodos de este invento se describirán en relación a transceptores en un entorno de comunicaciones DSL. Sin embargo, se debería apreciar que las técnicas ilustradas en este documento se pueden implementar en un sistema de comunicaciones cableado o inalámbrico.

60 De acuerdo con una primera realización de ejemplo, los símbolos DMT que se usan para modular los mensajes de inicialización son enviados una pluralidad de veces. Debido a esta transmisión repetida, si uno o más de los símbolos DMT son corrompidos por ruido impulsivo, el transceptor que recibe los símbolos DMT todavía puede recuperar la información a partir de ellos. Más en concreto, y en cooperación con el módulo 140 de repetición de símbolos DMT, el módulo 120 de votación por mayoría y el módulo 180 de modulación/demodulación, un símbolo DMT se repite sin modificación usando el transceptor receptor una variedad de esquemas de

5 detección/demodulación para recuperar los bits de información del mensaje. Por ejemplo, el transceptor receptor podría usar un esquema de "votación por mayoría" en el que cada símbolo DMT es demodulado de forma independiente y a continuación se recuperan los bits de información del mensaje examinando cuántos símbolos DMT llevan el mismo patrón de bits. De forma alternativa, por ejemplo, los símbolos DMT podrían ser examinados por el módulo 130 de inspección y selección de símbolos DMT antes de la demodulación en el dominio de la frecuencia o del tiempo y, basándose en estas señales, el transceptor que recibió los símbolos DMT, en cooperación con el módulo 130 de inspección y selección de símbolos DMT, selecciona el símbolo DMT que es más probable que sea correcto. Por ejemplo, si un símbolo DMT se repitió cuatro veces y un símbolo DMT fue corrompido por ruido impulsivo, entonces el transceptor receptor podría examinar los cuatro símbolos DMT en el dominio de la frecuencia y detectar claramente que uno de los cuatro símbolos tiene características de fase y/o de amplitud muy diferentes a los otros tres símbolos DMT. Basándose en esta diferencia, el transceptor receptor podría descartar el símbolo DMT que está corrupto y usar los restantes tres símbolos DMT para demodular y recuperar la información. Además, con el fin de aleatorizar la señal transmitida desde el transceptor transmisor, los símbolos DMT repetidos pueden usar aleatorización de fase o de bit. Con la aleatorización de fase, los símbolos DMT repetidos pueden usar diferentes desplazamientos de fase en las subportadoras para aleatorizar la señal. Con la aleatorización de bits, se pueden aleatorizar los bits de información antes de modular los bits sobre los símbolos DMT repetidos.

20 De acuerdo con otra realización de ejemplo, el número de símbolos repetidos se puede determinar basándose en los requisitos SHOWTIME de Protección contra el Ruido Impulsivo (INP). Por ejemplo, si el SHOWTIME INP=2, entonces los símbolos DMT que llevan mensajes de inicialización se repetirían durante la inicialización al menos  $INP*2+1=5$  veces. De esta forma, incluso si dos símbolos DMT fueran corrompidos por ruido impulsivo, habría tres símbolos DMT restantes no corrompidos que serían recibidos por el transceptor receptor. Entonces, por ejemplo, y con la cooperación del módulo 120 de votación por mayoría, se podría aplicar un esquema de votación por mayoría para demodular y recuperar correctamente el símbolo o los símbolos DMT sin errores. También se podrían usar otros algoritmos para derivar el número de símbolos DMT repetidos a partir del valor INP. Por ejemplo, el número de símbolos DMT repetidos se podría fijar en  $A*INP+B$  donde A y B son números enteros.

30 De acuerdo con una realización de ejemplo, y con la cooperación del módulo 110 de recepción/determinación de símbolos DMT, un módem receptor determina el número de símbolos DMT repetidos e informa del mismo al módem transmisor. Por ejemplo, el módem receptor podría recibir un valor INP procedente de un segundo transceptor, de un sistema de gestión o de ambos. Basándose en este valor INP recibido, y en cooperación con el módulo 140 de repetición de símbolos DMT, se determina el número (M) de símbolos DMT repetidos para los mensajes de inicialización. Esta determinación se puede basar en medidas de ruido impulsivo realizadas por el transceptor receptor o en el valor INP recibido o en ambos. Por ejemplo, si se usa el valor INP, M puede ser igual a  $INP*2+1$ . El mensaje que indica el número (M) determinado de símbolos DMT repetidos se transmite entonces a un segundo transceptor. Por lo tanto, durante la inicialización, los bits del mensaje se modulan sobre los M símbolos DMT repetidos.

40 Por ejemplo, en una realización alternativa, un módem transmisor, con la cooperación del módulo 110 de recepción/determinación de símbolos DMT, podría determinar el número de símbolos DMT repetidos y enviar un mensaje al módem receptor indicando el valor. Esta determinación se puede basar en medidas de ruido impulsivo, en un valor INP recibido, o en ambos. Además, un sistema 205 de gestión podría determinar el valor INP, el número de símbolos DMT repetidos o ambos valores y configurar los transceptores para su uso. Esta determinación se podría basar en medidas del ruido impulsivo o en el valor INP recibido o en ambos.

45 Los sistemas DSL usan a menudo FEC y entrelazado durante SHOWTIME para corregir errores causados por el ruido impulsivo. De acuerdo con una realización de ejemplo de este invento, y con la cooperación del módulo 150 de FEC/entrelazado, se puede utilizar FEC con o sin entrelazado para corregir el ruido impulsivo que puede corromper los mensajes durante el proceso de inicialización. Por ejemplo, antes de modular los bits de información de un mensaje de inicialización, los bits de información del mensaje podrían ser codificados usando cualquier técnica FEC, tal como códigos de Reed Solomon, códigos de Hamming, códigos de convolución, códigos de Trellis, turbo códigos, códigos LDPC, o similares. En el módem receptor, la codificación FEC se podría usar para corregir errores causados por el ruido impulsivo. Por ejemplo, los mensajes de inicialización podrían ser codificados con un código de Reed Solomon usando el tamaño de palabra codificada  $N=K+R$  bytes, que contiene K bytes de información de mensaje y R bytes de verificación FEC. Este código puede corregir R/2 bytes. Por ejemplo, si cada símbolo DMT se usa para modular 1 byte, y se usa un código R-S con  $N=6$  y  $R=4$ , entonces el decodificador en el módem receptor sería capaz de corregir R/2=2 bytes en cada palabra codificada. Esto corresponde a corregir dos símbolos DMT, asumiendo que cada símbolo DMT transporta un byte. Esto conduciría a la capacidad del módem receptor de ser capaz de recuperar correctamente los bits de información del mensaje incluso si el ruido impulsivo ha corrompido dos símbolos DMT. Además, se podría usar entrelazado para proporcionar mayor inmunidad al ruido impulsivo. Por ejemplo, el entrelazado de múltiples palabras codificadas se podría usar para extender los errores causados por el ruido impulsivo sobre múltiples palabras de código permitiendo de ese modo que el transceptor receptor corrija los sucesos de ruido impulsivo que corrompen incluso más símbolos DMT.

Por ejemplo, se podrían entrelazar dos símbolos DMT con  $N=6$  y  $R=4$ , en cooperación con el módulo 150 de FEC/entrelazado, transmitiendo un byte desde la primera palabra codificada y transmitiendo a continuación un byte desde la segunda palabra codificada y siguiendo alternando de esta manera la transmisión. En este caso, asumiendo que cada símbolo DMT transporta un byte, un ruido impulsivo que corrompiera cuatro símbolos DMT consecutivos sería corregible por el receptor porque cuatro símbolos DMT consecutivos estarían siempre divididos entre dos palabras codificadas teniendo cada palabra codificada la capacidad de corregir dos bytes, o dos símbolos DMT.

Durante la inicialización, se transmiten mensajes de diferentes longitudes entre los dos transceptores 100 y 200. Algunos de estos mensajes son más largos que otros siendo los mensajes más largos, debido a su longitud, más susceptibles a ser corrompidos por ruido impulsivo. De acuerdo con otro ejemplo, y en cooperación con el módulo 160 del tipo de determinación de INP, el tipo de protección contra el ruido impulsivo se puede determinar basándose, por ejemplo, en la longitud del mensaje que se está transmitiendo. Por ejemplo, mensajes de inicialización largos, tales como los mensajes C/R-PARAMS en ADSL, los mensajes C/R-B&G en VDSL y G.994.1 son particularmente problemáticos cuando son transmitidos en presencia de ruido impulsivo. Esto es debido a que, cuando un mensaje es largo, es muy probable que alguna porción del mensaje sea corrompida por el ruido impulsivo y no sea recuperada correctamente por el módem receptor. Aunque los sistemas DSL convencionales utilizan métodos de detección de errores estándar, como por ejemplo CRC, CRC cubre todo el mensaje y no proporciona ninguna información referente a qué bits, o qué símbolos DMT, fueron corrompidos por el ruido impulsivo. De esta manera, cuando se detecta un error CRC en un mensaje en sistemas DSL convencionales, el mensaje completo simplemente es reenviado por el módem transmisor. Sin embargo, en un entorno con alto ruido impulsivo, el mensaje retransmitido podría ser recibido también con errores y el proceso de retransmisión se podría repetir sin éxito. Con la cooperación del módulo 170 CRC, se puede añadir una capacidad de detección de errores adicional a los mensajes para permitir la localización de errores de bit en mensajes más largos. Por ejemplo, y en cooperación con el módulo 170 CRC, se podría determinar un CRC de un byte para cada byte del mensaje. El byte CRC y la información podrían ser modulados y transmitidos, con la cooperación del módulo 180 de modulación/demodulación y del módulo 190 transmisor /receptor, sobre un símbolo DMT. En este ejemplo, un símbolo DMT está transportando dos bytes.

En el módem receptor, los dos bytes son demodulados y se usa el byte CRC para detectar si había ruido impulsivo corrompiendo el símbolo DMT asociado. Si el CRC indica que no hay errores, entonces el módem receptor recibió correctamente el byte del mensaje. Si el CRC muestra que hay errores, entonces el módem receptor necesita recibir otra vez el símbolo DMT, con la cooperación del módulo 140 de repetición de símbolos DMT, para recuperar correctamente la información. En este ejemplo, se transmite un byte CRC con un byte de información en cada símbolo DMT y de esta manera el receptor puede demodular el mensaje completo.

Si el ruido impulsivo ha corrompido algunos de los símbolos DMT del mensaje más largo, se puede retransmitir el mensaje y el módem receptor puede realizar una verificación CRC sobre los símbolos DMT previamente corrompidos para determinar si ahora son recibidos sin errores. Dado que el ruido impulsivo típicamente no está correlacionado con la señal del mensaje transmitido, es muy probable que diferentes símbolos DMT resulten corrompidos cuando la señal sea retransmitida, lo que significa que el módem receptor recibirá probablemente los símbolos DMT previamente corrompidos sin errores la segunda vez que se transmite el mensaje. En el caso poco probable de que los mismos símbolos DMT tengan aún errores, el mensaje se podría retransmitir una y otra vez hasta que todos los símbolos DMT sean recibidos sin errores. En el momento de la retransmisión es posible que el ruido impulsivo provoque errores en diferentes símbolos DMT que en la transmisión previa. Por lo tanto, el módem receptor podría almacenar los bits de mensaje correctamente recuperados para símbolos DMT a partir del mensaje recibido previamente. El receptor puede también almacenar todos los bits del mensaje recibidos previamente que fueron recibidos sin error y simplemente utilizar el mensaje retransmitido para determinar correctamente los bits del mensaje y los símbolos DMT que tuvieron errores previamente.

Por ejemplo, el módem receptor puede enviar un mensaje al módem transmisor solicitando a dicho módem transmisor que retransmita sólo una porción del mensaje que fue recibido previamente con errores.

Aunque los ejemplos anteriores describen la computación de un CRC y la adición de un byte CRC a cada byte del mensaje, una pluralidad de bits CRC podrían ser computados para cualquier número de bits en el mensaje y transmitidos a un módem receptor. Además, aunque los ejemplos anteriores describen la modulación de dos bytes sobre cada símbolo DMT, se podría modular cualquier número de bits sobre cada símbolo DMT. Aunque los ejemplos anteriores describen la transmisión de un byte CRC en cada símbolo DMT, se puede modular cualquier número de bits CRC sobre cada símbolo DMT incluidos, pero no limitado a, los bits CRC que son transportados en sólo un subconjunto de los símbolos DMT. Para este caso, algunos símbolos DMT pueden no tener ningún bit CRC. Como ejemplo, un byte CRC podría ser computado para cada cuatro bytes del mensaje y cada símbolo DMT podría transportar un byte. En este caso, los primeros cuatro símbolos DMT se usarían para modular los bytes del mensaje y el quinto símbolo DMT transportaría el byte CRC. En el módem receptor, el CRC se usaría para detectar si cualquiera de los cinco símbolos DMT resultaron corrompidos por ruido impulsivo. Si el CRC muestra que se ha producido un error, entonces se podrían usar las técnicas de retransmisión descritas anteriormente.

En otro ejemplo, las capacidades de repetición de símbolos DMT y de detección de errores se combinan para combatir el ruido impulsivo sobre la línea de comunicaciones. Por ejemplo, si un símbolo DMT se repite M veces, y se transmite un byte CRC con cada símbolo DMT, entonces el módem receptor podría usar el byte CRC para determinar si cada símbolo DMT estaba siendo correctamente demodulado. En este caso, no sería necesariamente requerido un esquema de votación por mayoría, u otro método de detección de ruido impulsivo en el dominio de la frecuencia/tiempo, tal como los explicados anteriormente. Una ventaja de este método es que puede requerir la repetición de un menor número de símbolos DMT. Por ejemplo, si el ruido impulsivo corrompe un símbolo DMT, un esquema de votación por mayoría, en conjunto con el módulo 120 de votación por mayoría, requeriría al menos tres símbolos DMT para tomar una decisión. Sin embargo, si se envió un byte CRC con cada símbolo DMT, entonces sólo serían necesarios dos símbolos DMT repetidos dado que el CRC, con la ayuda del módulo 170 CRC, identificaría correctamente el símbolo DMT incorrupto y descartaría el símbolo DMT corrupto. Si se estaba usando el valor INP para determinar el número de símbolos DMT repetidos, entonces este método puede requerir la repetición de un menor número de símbolos DMT. Por ejemplo, puede ser necesario repetir sólo  $INP+1$  símbolos DMT, a diferencia de  $2*INP+1$  en el caso en que no se usa un CRC. De forma ilustrativa, si  $INP=2$ , entonces puede ser necesario transmitir sólo  $INP+1=3$  símbolos DMT repetidos dado que el byte CRC se podría usar para detectar el símbolo DMT correcto y descartar los dos símbolos DMT corruptos.

De acuerdo con una realización de ejemplo, el módem receptor determina el número de símbolos DMT repetidos e informa del mismo al módem transmisor. En esta realización de ejemplo, se recibe un valor INP procedente de un segundo transceptor o de un sistema 205 de gestión. El número (M) de símbolos DMT repetidos se determina para los mensajes de inicialización en cooperación con el módulo 140 de repetición de símbolos DMT. Esta determinación se puede basar en medidas de ruido impulsivo realizadas, por ejemplo, por un transceptor receptor, o en el valor INP recibido o en ambos. Por ejemplo, si se usa el valor INP, M puede ser igual a  $INP+1$ . Se transmite entonces un mensaje, con la cooperación del módulo 190 transmisor/receptor, al módem transmisor indicando el número (M) determinado de símbolos DMT repetidos. Por lo tanto, durante la inicialización, el módem recibiría mensajes en los cuales los bits del mensaje están modulados sobre los M símbolos DMT repetidos conteniendo cada símbolo DMT al menos un bit CRC para detección de errores.

Para el módem transmisor, dicho módem transmisor recibiría un mensaje indicando el número determinado de símbolos DMT repetidos y, durante la inicialización, modularía al menos un bit de mensaje sobre un símbolo DMT y transmitiría (M) veces el símbolo DMT, donde cada símbolo DMT contiene al menos un bit CRC para detección de errores.

De forma alternativa, el módem transmisor podría determinar un número de símbolos DMT repetidos y enviar un mensaje al módem receptor. Como se ha descrito anteriormente, esta determinación se podría basar en medidas de ruido impulsivo o en el valor INP recibido o en ambos.

También de forma alternativa, un sistema de gestión podría determinar el número de símbolos DMT y configurar los transceptores en consecuencia. Como se ha descrito anteriormente, esta determinación se puede realizar basándose en medidas de ruido impulsivo realizadas por el transceptor receptor o en el valor INP recibido o en ambos. Aunque las realizaciones de ejemplo descritas anteriormente se ilustran de manera independiente unas de otras, se debería apreciar que las diferentes técnicas se pueden combinar por completo o en parte.

La figura 2 ilustra una metodología de inicialización de ejemplo y la comunicación entre los transceptores primero y segundo. Más en concreto, para el primer transceptor, el control comienza en el paso S 100 y continúa hasta el paso S110. En el paso S110, se determina un valor INP o, por ejemplo, se recibe dicho valor procedente de un sistema de gestión o de otro transceptor.

A continuación, en el paso S120, se transmite el valor INP al segundo transceptor. A continuación, en el paso S130, el primer transceptor recibe un valor M donde M es el número de símbolos DMT repetidos para mensajes de inicialización. Entonces continúa el control al paso S140.

En el paso S140, y durante la inicialización, el primer transceptor modula al menos un bit de mensaje sobre los M símbolos DMT repetidos. A continuación, en el paso S150, el número M de símbolos DMT son transmitidos al segundo transceptor. El control continúa entonces al paso S160 donde termina la secuencia de control.

Para el segundo transceptor, el control comienza en el paso S105 y continúa al paso S115. En el paso S115 se recibe un valor INP. A continuación, en el paso S125, se determina el número (M) de símbolos DMT para su uso en la inicialización y el valor M es transmitido al primer transceptor. Entonces, en el paso S135, el segundo transceptor recibe el número M de símbolos DMT repetidos. El control continúa entonces al paso S145, en el que la secuencia de control termina.

Como con las realizaciones anteriormente descritas, y aunque no está ilustrado de forma específica en el diagrama de flujo, la capacidad de detección de errores adicionales también se puede añadir al mensaje o mensajes de

inicialización para permitir la localización de errores de bit. Por ejemplo, cada símbolo DMT podría también incluir al menos un bit CRC, el cual se puede usar para detectar si el símbolo DMT se recibe correctamente o con errores. Sin embargo, esta realización no está limitada a esto y cualquier técnica de detección de errores en cualquier configuración funcionará con el invento.

5 La figura 3 ilustra una segunda metodología de ejemplo y la comunicación entre transceptores para inicialización. Más en concreto, para el primer transceptor, el control comienza en el paso S200 y continúa al paso S210. En el paso S210, se determina un valor INP o, por ejemplo, se recibe este valor procedente de un sistema de gestión o de otro transceptor. A continuación, en el paso S220, se determina el número (M) de símbolos DMT repetidos para mensajes de inicialización y se transmite a un segundo transceptor. Entonces, en el paso S230, y durante la inicialización, al menos un bit del mensaje es modulado sobre los M símbolos DMT repetidos. El control continúa entonces al paso S240.

10 En el paso S240, se transmiten los M símbolos al segundo transceptor. El control continúa entonces al paso S250 en el que termina la secuencia de control.

15 Para el segundo transceptor, el control comienza en el paso S205 y continúa al paso S215. En el paso S215, se recibe el valor de M. A continuación, en el paso S225, se recibe el número M de símbolos DMT. El control continúa entonces al paso S235 en el que termina la secuencia de control.

20 Como con las realizaciones explicadas anteriormente, y aunque no se ilustra de manera específica en el diagrama de flujo, se puede añadir también capacidad de detección de errores adicional al mensaje o a los mensajes de inicialización para permitir la localización de errores de bit. Por ejemplo, cada símbolo DMT podría también incluir al menos un bit CRC, el cual se puede usar para detectar si el símbolo DMT es recibido correctamente o con errores. Sin embargo, este ejemplo no está limitado a esto y cualquier técnica de detección de errores en cualquier configuración funcionaría con el invento.

25 La figura 4 ilustra otra metodología de inicialización de ejemplo y la comunicación entre transceptores. Más en concreto, para el primer transceptor, el control comienza en el paso S202 y continúa al paso S204. En el paso S204, se determina un valor INP o, por ejemplo, se recibe dicho valor procedente de un sistema de gestión o de otro transceptor. A continuación, en el paso S206, se determina el número (M) de símbolos DMT repetidos para mensajes de inicialización y se transmite este número a un segundo transceptor. Entonces, en el paso S208, se recibe el número M de símbolos DMT. El control continúa entonces al paso S209 en el que termina la secuencia de control.

30 Para el segundo transceptor, el control comienza en el paso S201 y continúa al paso S203. En el paso S203, se recibe M. A continuación, en el paso S205, y durante la inicialización, al menos un bit del mensaje es modulado sobre los M símbolos DMT repetidos. Entonces, en el paso S207, se transmite el número M de símbolos DMT. El control continúa entonces al paso S211 en el que termina la secuencia de control.

35 Como con las realizaciones explicadas anteriormente, y aunque no se ilustra de manera específica en el diagrama de flujo, también se puede añadir capacidad de detección de errores adicional al mensaje o mensajes de inicialización para permitir la localización de errores de bit. Por ejemplo, cada símbolo DMT podría también incluir al menos un bit CRC, el cual se puede usar para detectar si el símbolo DMT es recibido correctamente o con errores. Sin embargo, este ejemplo no está limitado a esto y cualquier técnica de detección de errores en cualquier configuración funcionará con el invento.

40 La figura 5 ilustra otra metodología de inicialización de ejemplo de acuerdo con este invento. En particular, el control comienza en el paso S300 y continúa al paso S310. En el paso S310, se determina la tasa CRC a byte. A continuación, en el paso S320, se determinan uno o más bits CRC para un número de bytes o bits. Entonces, en el paso S330, el uno o más bits CRC son modulados además de información adicional sobre un símbolo DMT. El control continúa entonces al paso S340.

45 En el paso S340, el símbolo DMT es demodulado y se usan el uno o más bits CRC para detectar errores. A continuación, en el paso S350, se realiza una determinación de si los bits CRC han revelado errores. Si existen errores, el control continúa al paso S360. En el caso contrario, el control salta al paso S380 en el que la secuencia de control termina.

50 En el paso S360, se solicita la retransmisión de uno o más símbolos DMT o de porciones de los mismos. Entonces, en el paso S370, se descartan los símbolos DMT con errores. El control continúa volviendo al paso S350.

55 La figura 6 ilustra otro ejemplo de inicialización de comunicación de acuerdo con este invento. En particular, el control comienza en el paso S400 y continúa al paso S410. En el paso S410, se determina un valor INP o, por ejemplo, se recibe dicho valor INP procedente de un sistema de gestión o de otro transceptor. A continuación, en el paso S420, se determina el número M de símbolos DMT repetidos para mensajes de inicialización. Entonces, en el



paso S430, el valor para el número de símbolos DMT repetidos se transmite a, o se recibe desde, según sea apropiado, un segundo transceptor. El control continúa entonces al paso S440.

5 En el paso S440 se transmiten o se reciben, según sea apropiado, uno o más mensajes de inicialización, donde al menos un bit del mensaje es modulado sobre un símbolo DMT y el símbolo o los símbolos DMT se repiten M veces incluyendo cada símbolo DMT al menos un bit CRC. A continuación, en el paso S450, se utiliza la combinación de bit(s) CRC y de símbolos DMT repetidos para garantizar la integridad del mensaje o de los mensajes de inicialización. El control continúa entonces al paso S460 donde termina la secuencia de control.

10 Aunque los diagramas de flujo descritos anteriormente han sido explicados en relación con una secuencia concreta de sucesos, se debería apreciar que se pueden realizar cambios en esta secuencia sin afectar de forma material al funcionamiento del invento. Además, la secuencia exacta de sucesos no tiene por qué producirse como se ha descrito en las realizaciones de ejemplo, sino que en lugar de esto los pasos pueden ser realizados por un transceptor o el otro del sistema de comunicaciones siempre que ambos transceptores sean conscientes de la  
15 técnica que se está usando para la inicialización. Además, las técnicas de ejemplo ilustradas en este documento no están limitadas a las realizaciones ilustradas específicamente sino que pueden también ser utilizadas con otras realizaciones de ejemplo.

20 El sistema descrito anteriormente se puede implementar en dispositivos de telecomunicaciones cableados y/o inalámbricos, tales como un módem, un módem de portadora múltiple, un módem DSL, un módem ADSL, un módem xDSL, un módem VDSL, una tarjeta de línea, un equipo de ensayos, un transceptor de portadora múltiple, un sistema de red de área extendida/local cableado y/o inalámbrico, un sistema de comunicaciones por satélite, un módem provisto de capacidades de diagnóstico, o similares, o en un ordenador de propósito general programado de forma independiente que tenga un dispositivo de comunicaciones o en conjunto con cualquiera de los siguientes  
25 protocolos de comunicaciones: CDSL, ADSL2, ADSL2+, VDSL1, VDSL2, HDSL, DSL Lite, IDSL, RADSL, SDSL, UDSL o similares.

Además, los sistemas, métodos y protocolos de este invento se pueden implementar en un ordenador de propósito especial, en un microprocesador o microcontrolador programado y en un elemento o elementos de circuito integrado periférico, en un ASIC u otro circuito integrado, en un procesador de señal digital, en un circuito electrónico o lógico cableado como por ejemplo un circuito de elemento discreto, un dispositivo lógico programable como por ejemplo un PLD, PLA, FPGA, PAL, en un módem, en un transmisor/receptor, en cualquier medio comparable, o similares. En general, cualquier dispositivo capaz de implementar una máquina de estado que a su vez sea capaz de implementar la metodología ilustrada en este documento se puede usar para implementar los diferentes métodos, protocolos y  
35 técnicas de comunicación de acuerdo con este invento.

Además, los métodos explicados se pueden implementar fácilmente en software usando entornos de desarrollos software de objetos u orientados a objetos que proporcionan código fuente portátil que se puede usar en una variedad de plataformas informáticas o de estaciones de trabajo. De forma alternativa, el sistema explicado se puede  
40 implementar de forma parcial o completa en hardware usando circuitos lógicos estándar o diseño VLSI. El que se use hardware o software para implementar los sistemas de acuerdo con este invento depende de los requisitos de velocidad y/o de eficiencia del sistema, del funcionamiento concreto, y de los sistemas hardware o software o los sistemas de microprocesador o microcomputador que se estén utilizando. Los sistemas, métodos y protocolos de comunicaciones ilustrados en este documento pueden ser implementados fácilmente en hardware y/o en software usando cualquier sistema o estructura, dispositivos y/o software conocidos o desarrollados más tarde por personas con experiencia ordinaria en la técnica aplicable a partir de la descripción funcional proporcionada en este documento y que tengan un conocimiento básico general de las técnicas informáticas y de telecomunicaciones.

Además, los métodos explicados se pueden implementar fácilmente en software que se puede almacenar en un medio de almacenamiento, ejecutarse en ordenadores de propósito general programados con la cooperación de un controlador y una memoria, en un ordenador de propósito especial, en un microprocesador, o similares. En estos casos, los sistemas y métodos de este invento se pueden implementar como programa embebido en ordenadores personales como por ejemplo una aplicación, un script JAVA® o CGI, como un recurso residente en un servidor u estación de trabajo informática, como una rutina embebida en un sistema o componente de sistema de  
55 comunicaciones dedicado, o similares. El sistema también se puede implementar incorporando físicamente el sistema y/o el método en un sistema software y/o hardware, como por ejemplo los sistemas hardware y software de un transceptor de comunicaciones.

60 Por lo tanto, es evidente que se han proporcionado, de acuerdo con el presente invento, sistemas y métodos para inicializar transceptores.

## REIVINDICACIONES

1. Un método de inicialización de un sistema de comunicaciones que comprende:
  - 5            la determinación, basándose en un valor de protección contra un ruido impulsivo, de un número M de símbolos DMT a repetir durante la inicialización, en el cual el número M de símbolos DMT a repetir se calcula como  $M=A*INP+B$ , donde A y B son números enteros e INP es el valor de protección contra el ruido impulsivo, estando el valor de protección contra el ruido impulsivo definido como el número de símbolos DMT consecutivos que, cuando están completamente corrompidos por el ruido impulsivo, se pueden corregir al menos usando Corrección de Errores Hacia Adelante durante showtime; y
  - 10           la transmisión de forma repetida, durante la inicialización del transceptor DMT, M veces, de un símbolo DMT.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual un módem transmisor realiza el paso de determinación, o en el cual un módem receptor realiza el paso de determinación.
- 15           3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el cual  $A=2$  y  $B=1$ .
4. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:
  - 20           la modulación de al menos un bit sobre los símbolos DMT repetidos; y
  - la transmisión del número de símbolos DMT repetidos.
5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:
  - 25           la recepción del número de símbolos DMT repetidos; y
  - la demodulación de al menos un bit a partir del símbolo DMT repetido.
6. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual los símbolos DMT repetidos son símbolos DMT consecutivos, idénticos, o una secuencia de símbolos DMT idénticos.
- 30           7. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual la Corrección de Errores Hacia Adelante incluye códigos de Reed Solomon, códigos de Hamming, códigos de convolución, códigos de Trellis, turbo códigos o códigos LDPC.
8. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual la corrección FEC se utiliza con entrelazado para corregir el ruido impulsivo.
- 35           9. Un sistema de comunicaciones que comprende:
  - 40           un módulo (140) de repetición de símbolos DMT que determina, durante la inicialización, basándose en un valor de protección contra el ruido impulsivo, un número M de símbolos DMT a repetir, en el cual el número M de símbolos DMT a repetir se calcula como  $M=A*INP+B$ , donde A y B son números enteros e INP es un valor de protección contra el ruido impulsivo, definiéndose el valor de protección contra el ruido impulsivo como el número de símbolos DMT consecutivos que, cuando están completamente corrompidos por el ruido impulsivo, pueden ser corregidos al menos usando Corrección de Errores Hacia Adelante durante showtime;
  - 45           y
  - la transmisión de forma repetitiva, durante la inicialización del transceptor DMT, de un símbolo DMT M veces.
10. El sistema de la reivindicación 9, en el cual el módulo (140) de repetición de símbolos DMT se encuentra dentro de un módem transmisor, o dentro de un módem receptor y/o en el cual  $A=2$  y  $B=1$ .
- 50           11. El sistema de la reivindicación 9 ó 10, que comprende además:
  - un módulo (180) de modulación capaz de modular al menos un bit sobre los símbolos DMT repetidos; y
  - un módulo (190) transmisor capaz de transmitir el número de símbolos DMT repetidos.
- 55           12. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, que comprende además:
  - un módulo (190) receptor capaz de recibir el número de símbolos DMT repetidos; y
  - un módulo (180) de demodulación capaz de demodular al menos un bit a partir del símbolo DMT repetido.
- 60           13. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el cual los símbolos DMT repetidos son símbolos DMT consecutivos, idénticos, o una secuencia de símbolos DMT idénticos.

14. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en el cual la Corrección de Errores Hacia Adelante incluye códigos de Reed Solomon, códigos de Hamming, códigos de convolución, códigos de Trellis, turbo códigos o códigos LDPC.
- 5 15. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, en el cual se utiliza FEC con entrelazado para corregir el ruido impulsivo.
16. Medios para inicialización de un sistema de comunicaciones, que comprenden:
- 10 medios para determinar, durante la inicialización basándose en un valor de protección contra el ruido impulsivo, un número M de símbolos DMT a repetir, donde el número M de símbolos DMT a repetir se calcula como  $M=A*INP+B$ , donde A y B son números enteros e INP es el valor de protección contra el ruido impulsivo, definiéndose el citado valor de protección contra el ruido impulsivo como el número de símbolos DMT consecutivos que, cuando están completamente corrompidos por el ruido impulsivo, pueden ser corregidos al menos usando Corrección de Errores Hacia Adelante durante showtime; y
- 15 medios para transmitir de forma repetitiva, durante la inicialización del transceptor DMT, un símbolo DMT M veces.
17. Los medios de la reivindicación 16, en los cuales un módem transmisor realiza el paso de determinación, o en los cuales un módem receptor realiza el paso de determinación.
- 20 18. Los medios de la reivindicación 16 ó 17, en los cuales  $A=2$  y  $B=1$ .
19. Los medios de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16-18, que comprenden además:
- 25 medios para modular al menos un bit sobre los símbolos DMT repetidos; y  
medios para transmitir el número de símbolos DMT repetidos.
20. Los medios de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16-19, que comprenden además:
- 30 medios para recibir el número de símbolos DMT repetidos; y  
medios para demodular al menos un bit a partir del símbolo DMT repetido.
21. Los medios de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16-20, en los cuales los símbolos DMT repetidos son símbolos DMT consecutivos, idénticos, o una secuencia de símbolos DMT idénticos,
- 35 22. Los medios de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16-21, en los cuales la Corrección de Errores Hacia Adelante incluye códigos de Reed Solomon, códigos de Hamming, códigos de convolución, códigos de Trellis, turbo códigos o códigos LDPC.
- 40 23. Los medios de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16-22, en los cuales se utiliza FEC con entrelazado para corregir el ruido impulsivo.

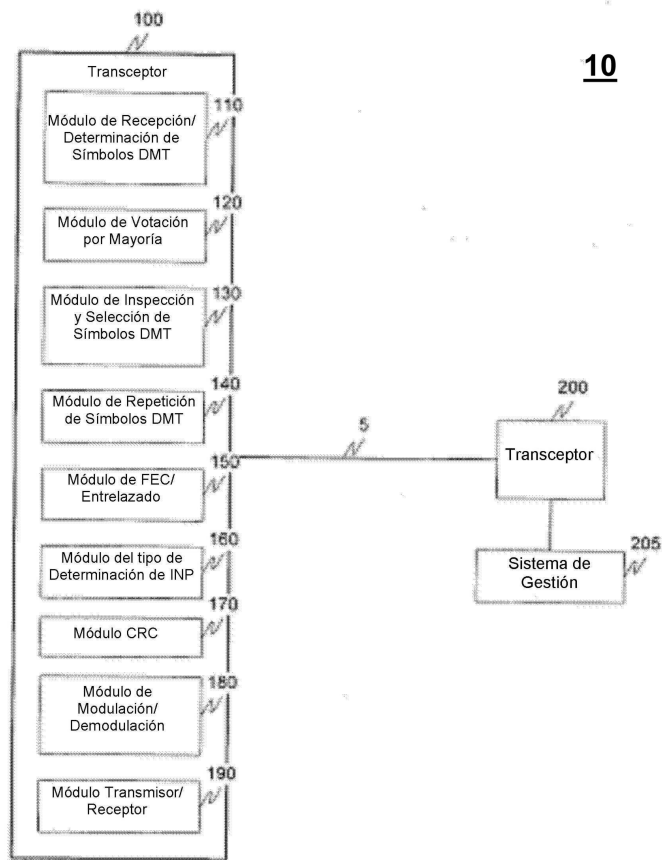


Fig. 1

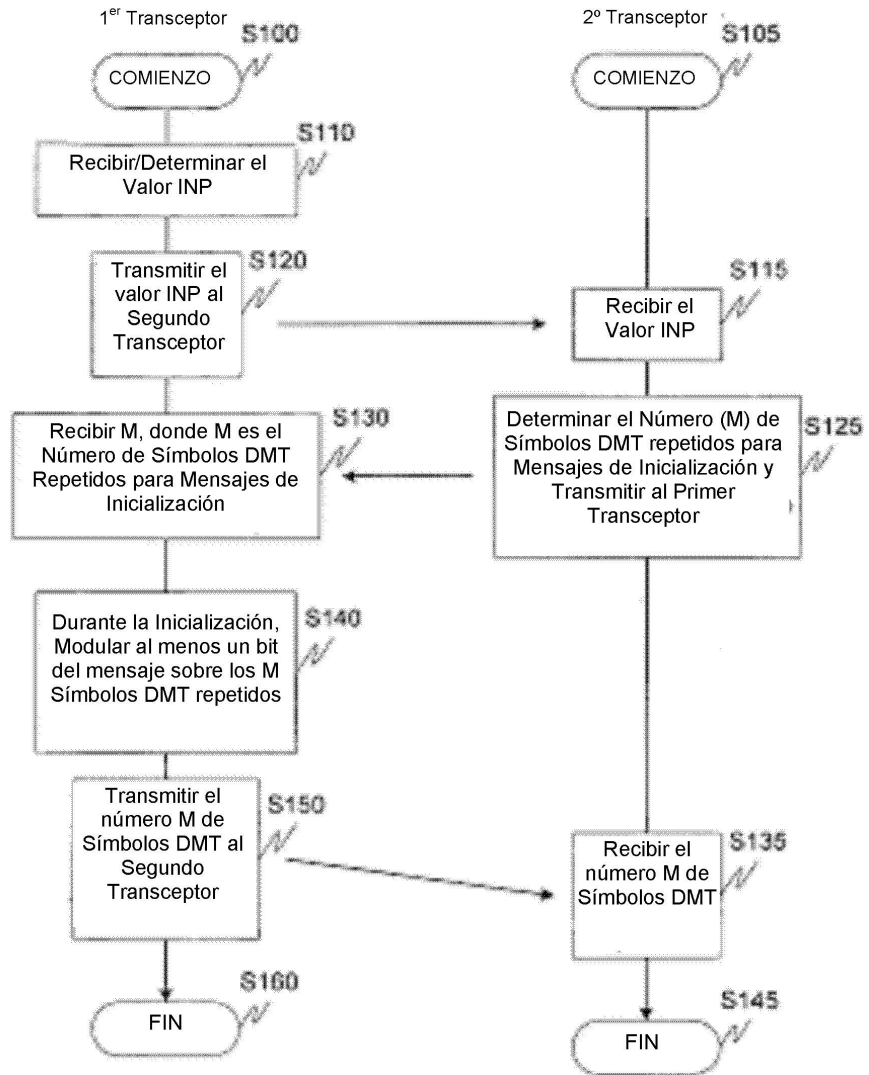


Fig. 2

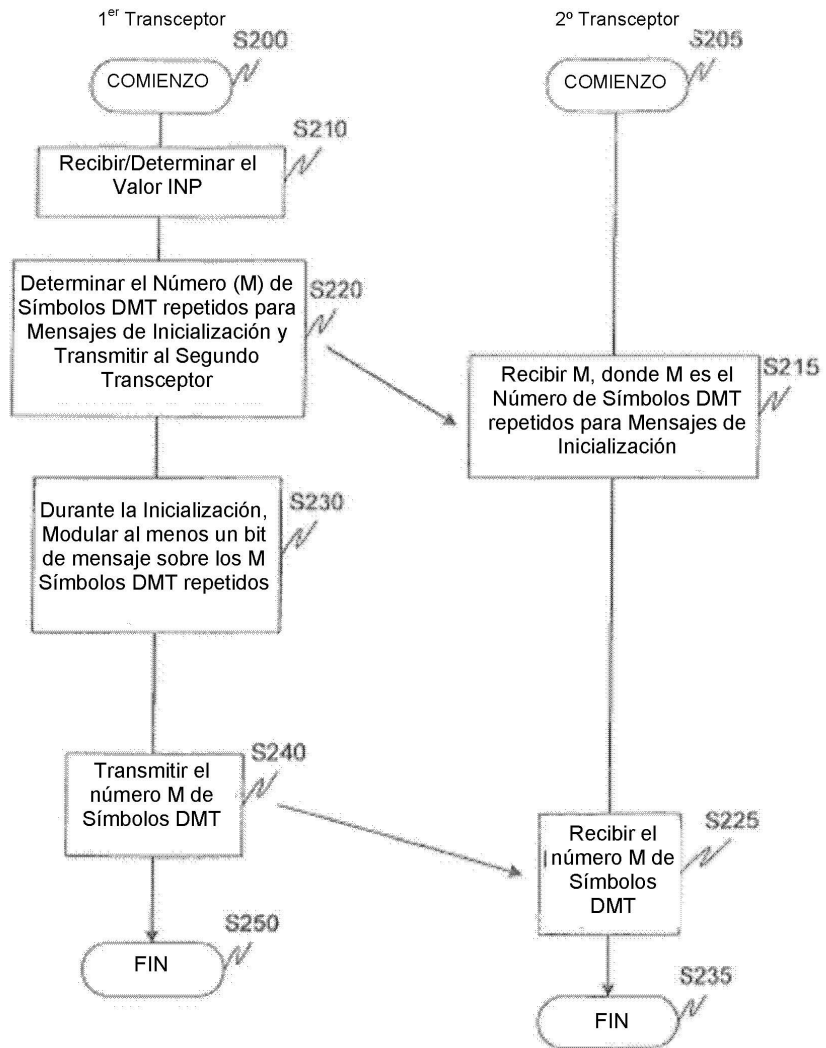


Fig. 3

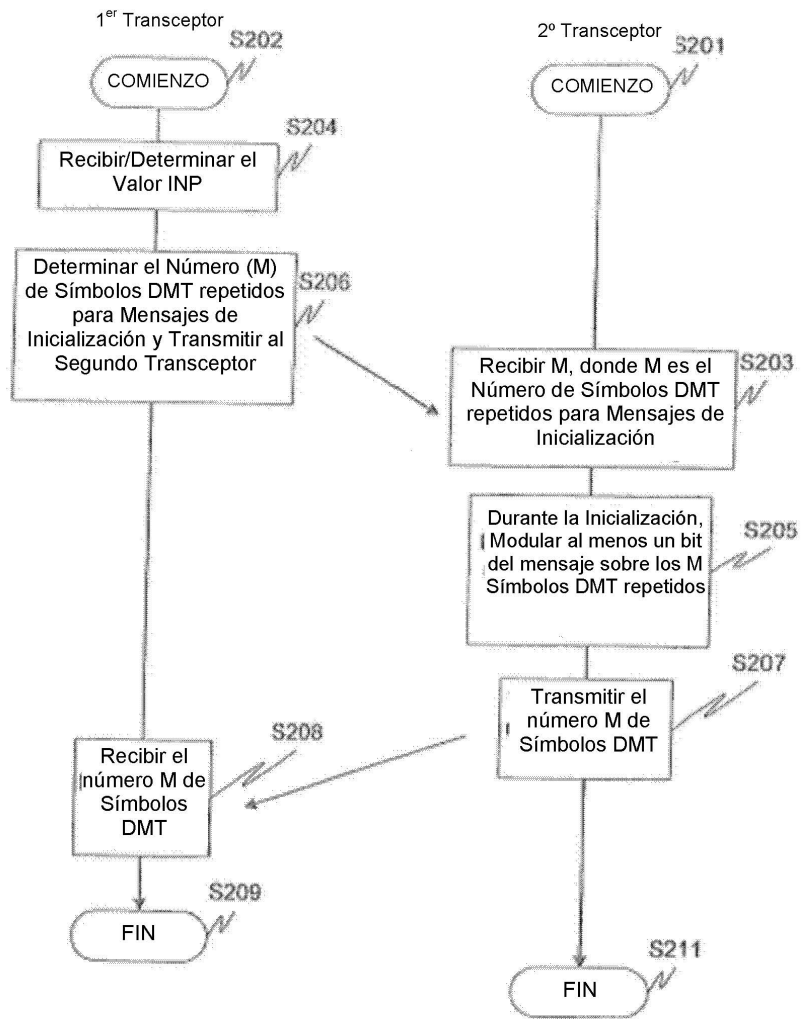


Fig. 4

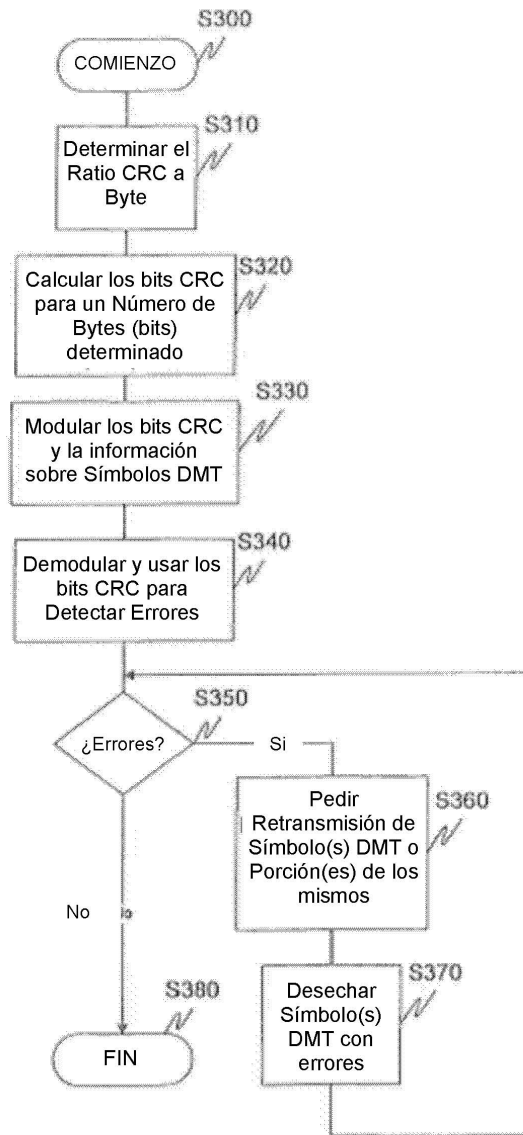


Fig. 5



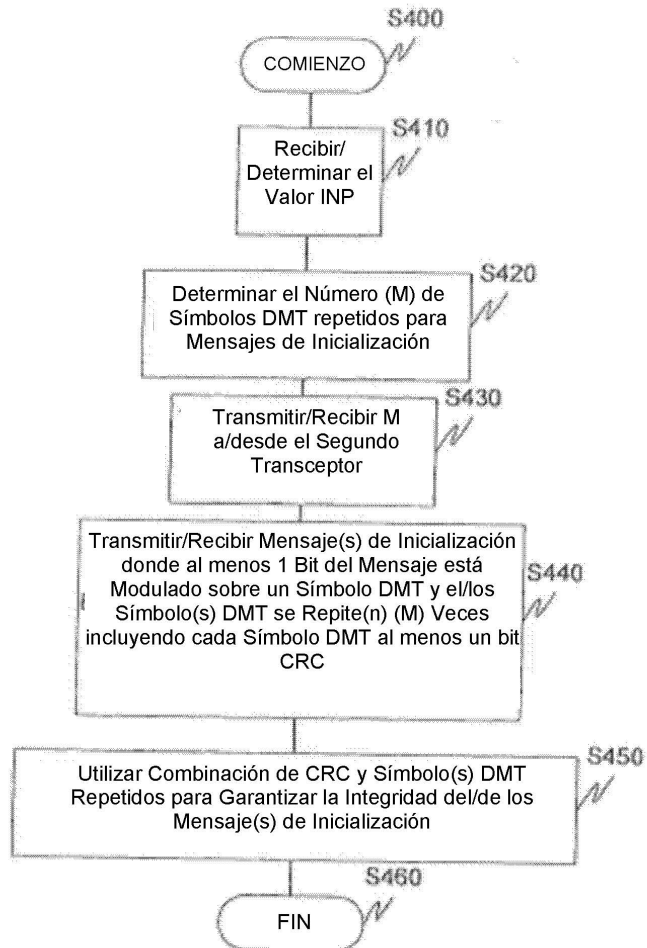


Fig. 6