

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 856**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.07.2011 E 11743472 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2016 EP 2594028**

54 Título: **Concepto para combinar paquetes de datos codificados con protección de encabezamientos robusta**

30 Prioridad:

15.07.2010 DE 102010031411

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

01.07.2016

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**KILIAN, GERD;
TASCH, ANDREAS;
BERNHARD, JOSEF;
KOCH, WOLFGANG;
NICKEL, PATRICK y
GERSTACKER, WOLFGANG**

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 575 856 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).

Concepto para combinar paquetes de datos codificados con protección de encabezamientos robusta

DESCRIPCIÓN

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un concepto para transmitir datos de cabida útil (datos útiles, *Nutzdaten*) en forma de una pluralidad de paquetes de datos codificados que pueden combinarse, en el extremo de recepción, de manera que están adaptados a una calidad de transmisión, para adaptar una ganancia de codificación a la calidad de transmisión y/o a una situación de la transmisión. Las realizaciones de la presente invención pueden emplearse, en particular, en sistemas de transmisión multipunto a punto unidireccionales.

Para transmitir cantidades de datos de cabida útil pequeñas que pueden surgir, por ejemplo, con dispositivos de medición, tales como medidores de calefacción, electricidad o agua, por ejemplo, en principio pueden emplearse dos modos diferentes de transmisión. Para una cosa, pueden transmitirse datos de sensor y/o de cabida útil desde un transmisor asociado con el dispositivo de medición en cuestión a un receptor central por medio de transmisión unidireccional (transmisión multipunto a punto). Con tal transmisión unidireccional, el transmisor transmite cíclicamente su identificación de transmisor y un valor de sensor actual a tiempos de transmisión específicos, que en muchos casos se seleccionan aleatoriamente. Los retardos de tiempo entre los tiempos de transmisión están en su mayoría adaptados a una característica de batería y se seleccionan de manera que una vida de la batería se haga máxima. En este contexto, el transmisor no recibirá confirmación alguna desde el receptor central con respecto a la recepción del valor del sensor, es decir no tiene conocimiento de si un paquete de transmisión que contiene el valor del sensor ha llegado o no en el receptor y/o se ha podido decodificar. Sin embargo, si se desea un acuse de recibo de la recepción de este tipo (ACK/NAK), se puede realizar repliegue en la transmisión bidireccional.

En transmisión bidireccional, se proporciona un transceptor en el extremo de sensor. El transceptor transmite sus datos de sensor y/o paquetes de datos únicamente cuando se le pide hacerlo mediante un dispositivo de detección de lado remoto (receptor central). Para este fin, el transceptor del extremo de sensor debe escuchar constantemente un canal de radio para averiguar si hay o no una solicitud de transmisión dirigida para él.

Para transmisión de datos de sensor y/o cabida útil, se están usando también las denominadas redes de sensores (inalámbricas) más y más frecuentemente, en las que se reenvía la información acerca de los abonados individuales o nodos de la red hasta que llega eventualmente al receptor de información deseado. De esta manera, pueden encaminarse los datos a través de una larga distancia si existen nodos de sensor en consecuencia.

Para transmisión de datos de sensor y/o cabida útil, se emplean principalmente transceptores de telemetría de bajo coste sencillos que comprenden modulación por amplitud (ASK) o por frecuencia (FSK) en los enfoques de sistema anteriormente mencionados. En este contexto, la recepción a menudo no es coherente, y en muchos casos no se utiliza codificación de canal.

En contraste, en sistemas de comunicación inalámbrica digitales más complejos, se usan modos de transmisión hoy en día que transmiten información y/o datos de cabida útil de manera que se distribuyen a diferentes paquetes de datos que se envían de una manera desplazada temporal y/o espacialmente, y de manera que tienen diferente información de redundancia, es decir se codifican por canal de manera diferente. Dada la alta calidad de señal, es decir una relación de señal a ruido (SNR) alta, los paquetes de datos codificados pueden recibirse y decodificarse individualmente. Si se reduce la SNR en el receptor, puede realizarse una ganancia de código o ganancia de codificación combinando dos o más paquetes de datos recibidos. En teoría de codificación, la ganancia de código describe una diferencia de una energía de bits requerida en relación con una densidad espectral de potencia de ruido entre un mensaje no codificado y uno codificado para conseguir tasa de errores de bits idéntica. Los mensajes no codificados representan la referencia con la que se compara el mensaje codificado por medio de codificación de canal. Tales modos de transmisión, que se denominan también como modos de combinación de código y/o de transmisión de redundancia incremental, se han aplicado con frecuencia, en la técnica anterior, con los denominados protocolos de solicitud de repetición automática orientados a paquetes (protocolos de ARQ). Si surge un error, en el extremo de recepción, al decodificar un paquete de datos, se solicita un paquete de datos adicional con redundancia, es decir un paquete de datos codificado adicional, en el transmisor mediante un canal de retorno.

Los protocolos de ARQ se usan en redes de comunicación para garantizar la transmisión de datos fiable por medio de repetir transmisiones. Por medio de una posibilidad de reconocimiento de error, un receptor puede determinar cualquier error de transmisión que haya tenido lugar en paquetes de datos. Mediante el canal de retorno, dicho receptor puede comunicar el resultado del reconocimiento de error al transmisor del paquete de datos. Esto normalmente se efectúa transmitiendo las denominadas señales de ACK/NAK (acuse de recibo o acuse de recibo negativo, es decir recepción correcta confirmada o solicitud para repetición). Si es necesario, se retransmite un mensaje perturbado hasta tal tiempo que se haya alcanzado el receptor sin ningún error.

Los denominados protocolos de ARQ híbridos (HARQ) representan una variante extendida del protocolo de ARQ, que comprende combinar mecanismos de ARQ, tales como formación de suma de comprobación, confirmación de bloque y/o repetición de bloque, con codificación de corrección de errores. En este contexto, los datos de cabida útil pueden codificarse por canal con un código de corrección de errores o un código de convolución de corrección de errores. Es decir, a diferencia de los métodos de ARQ, en los que únicamente se transmite información de redundancia de reconocimiento de errores (por ejemplo CRC) además de los datos de cabida útil en un paquete de datos, los métodos de HARQ comprenden adicionalmente la transmisión de información de redundancia de corrección de errores en el paquete de datos de acuerdo con métodos de corrección de errores directos (métodos de FEC). Se puede distinguir básicamente entre tres tipos diferentes de métodos de HARQ:

La versión más sencilla, HARQ de tipo I, añade tanto reconocimiento de errores como información de redundancia de corrección de errores a los datos de cabida útil antes de cada transmisión para obtener un paquete de datos codificado. Cuando se recibe el paquete de datos codificado, el receptor en primer lugar decodifica el código de canal de corrección de errores. Dada suficiente calidad de transmisión, todos los errores de transmisión deberían ser corregibles, y el receptor debería poder por lo tanto obtener los datos de cabida útil correctos. Si la calidad de transmisión es pobre, y si, en consecuencia, no todos los errores de transmisión pueden corregirse, el receptor puede determinar esto por medio del código de reconocimiento de errores. En este caso, el paquete de datos codificado recibido se descarta, y se solicita transmisión de repetición mediante un canal de retorno. Por lo tanto, HARQ de tipo I designa la transmisión con repetición perfectamente idéntica de los datos enviados en la transmisión inicial. Tras la recepción renovada de los datos, puede volverse a usar la información que se generó en la recepción anterior de dichos datos. Un principio posible para esto se conoce a partir de IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-33, N.º 5, mayo de 1985, D. Chase, "Code Combining - A Maximum- Likelihood Decoding Approach for Combining an Arbitrary Number of Noisy Packets". En este contexto, los datos de cabida útil se transmiten en paquetes de datos que se codifican con un código que tiene una tasa de código relativamente alta R y que se repiten para conseguir comunicación fiable si la redundancia del código no es suficiente para superar, por ejemplo, problemas de interferencia de canal. El receptor combina paquetes de datos con ruido recibidos para obtener un paquete de datos combinado que tiene una tasa de código $R' < R$ suficientemente pequeña para asegurar la combinación fiable incluso con canales de transmisión que producen tasas de error extremadamente altas. En este contexto, se intenta reducir el retardo (producido por las repeticiones de paquetes) a un mínimo combinado un número mínimo de paquetes de datos mientras se realiza una suficientemente buena y alta tasa de código para decodificar de manera fiable los datos de cabida útil transmitidos.

De acuerdo con un método convencional adicional, se determinan las relaciones de probabilidad logarítmica (LLR - relaciones de probabilidad logarítmica) para datos de cabida útil de los paquetes de datos previamente transmitidos, teniendo que decodificarse dichos datos de cabida útil, durante un intento de decodificación de un paquete de datos previamente transmitido. Si un intento de decodificación falla, se efectúa la transmisión renovada del paquete de datos correspondiente. Para decodificar los datos de cabida útil del paquete de datos nuevamente enviado, las LLR determinadas durante el intento de decodificación anterior se utilizan como información a priori en un procedimiento de movimiento hacia delante, similar al principio de turbo-código conocido. Con HARQ de tipo II, una transmisión de repetición no implica repetir precisamente los datos de la transmisión inicial, sino que implica transmitir redundancia adicional que no sería decodificable por sí misma sin los datos de la transmisión inicial (no auto-decodificable). Tales métodos HARQ de tipo II se denominan también típicamente como métodos HARQ de redundancia incremental. En este contexto, los datos de cabida útil y los bits de reconocimiento de errores (CRC) se codifican inicialmente en el extremo de transmisor, por ejemplo por medio de un código "padre" sistemático. Esto da como resultado una palabra de código que consiste en bits sistemáticos y los denominados bits de paridad. En el primer paquete de datos enviado, se envía la porción sistemática de la palabra de código y un número específico, es decir no todos los bits de paridad que forman juntos una palabra de código de un código padre. Dicha palabra de código se codifica en el extremo de receptor. Si esto no es posible y si se solicita transmisión de repetición, el transmisor transmitirá, en un paquete de datos posterior, bits de paridad adicionales de posiblemente diferentes potencias y/o a condiciones de canal modificadas. Tras la recepción del paquete de datos posterior, se realiza un nuevo intento de decodificación, que implica combinar los bits de paridad adicionales con los previamente recibidos. Este proceso puede repetirse hasta tal tiempo que todos los bits de paridad del código padre se hayan transmitido.

Como ya se ha descrito al principio, existen sistemas de comunicación inalámbrica digitales sencillos que comprenden únicamente transmisión unidireccional desde el transmisor al receptor, es decir sin ningún canal de retorno. Tales sistemas de comunicación multipunto a punto unidireccionales son particularmente adecuados para transmisión a bajo coste de pequeñas cantidades de datos de cabida útil según surgen, por ejemplo, con dispositivos de medición, por ejemplo medidores de calefacción, electricidad o agua. Sin embargo, con tales sistemas de comunicación, en los que una multitud de transmisores comunican con un receptor (multipunto a punto), existe el problema de que puede resultar interferencia sustancial en el receptor, dependiendo del número de transmisores y sus tiempos de transmisión aleatorios. Debido a tiempos de transmisión aleatorios de los transmisores y su número, que a menudo no es predecible, la interferencia o calidad de recepción conseguida en el receptor no es predecible. Sin embargo, se ha de asegurar que los datos de cabida útil específicos del transmisor pueden decodificarse rápida, eficaz y fiablemente en el receptor central incluso bajo condiciones de recepción más

diversas.

El documento US2008130534 (A1) se refiere a un aparato de transmisión de datos, aparato de recepción de datos y sistema de comunicación de datos.

5 "ERICSSON" describe "Transmission mode for BCCH", 3GPP DRAFT; R1-074476 {BCCH TRANSMISSION}, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA, vol. RAN WG1, n.º Shanghái, China; 20071008, 15 de octubre de 2007 (15-10-2007), XP050488666, [recuperado el 15-10-2007].

10 "TELEFON AB LM ERICSSON ET AL" describe "Graceful RACH Overload Relief", 3GPP DRAFT; GP-100896 GRACEFUL RACH OVERLOAD RELIEF, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA, vol. TSG GERAN, n.º Jeju; 20100517, 12 de mayo de 2010 (12-05-2010), XP050417130, [recuperado el 12-05-2010].

15 "PANASONIC" describe "Synchronous retransmissions for E-DCH", 3GPP DRAFT; R2-041281 SYNCHRONOUS RETRANSMISSIONS FOR E-DCH, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA, vol. RAN WG2, n.º Cannes, Francia; 20040616, 16 de junio de 2004 (16-06-2004), XP050141678, [recuperado el 16-06-2004].

20 El documento WO2007142482 (A1) describe una estructura de paquete de transmisión para mecanismo de adaptación de enlace y dispositivo de transmisión/recepción y método para usar el mismo.

25 El documento US2004258092 (A1) describe un aparato de comunicación inalámbrica, un método de comunicación inalámbrica y un programa para comunicación inalámbrica.

30 "QUALCOMM EUROPE ET AL" describe "Principles for the new CELL_PCH/URA_PCH operation", 3GPP DRAFT; R2-071504, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA, vol. RAN WG1, n.º Kobe, Japón; 20070502, 2 de mayo de 2007 (02-05-2007), XP050106326, [recuperado el 02-05-2007].

35 "ERICSSON" describe un "E-UTRA Uplink Radio Access", 3GPP DRAFT; R1-050620, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA, vol. RAN WG1, n.º Sophia Antipolis, Francia; 20050616, 16 de junio de 2005 (16-06-2005), XP050111434, [recuperado el 16-06-2005].

40 El objeto de la presente invención por lo tanto es proporcionar un concepto con el que los datos de cabida útil puedan decodificarse de manera tan rápida, eficaz y fiable como sea posible bajo condiciones de recepción diversas en un sistema de comunicación multipunto a punto unidireccional.

Este objeto se consigue mediante un receptor que tiene las características de la reivindicación 1, un sistema que tiene las características de la reivindicación 4, y un método de acuerdo con la reivindicación 5.

45 Las realizaciones de la presente invención incluyen adicionalmente programas informáticos para realizar los métodos inventivos.

El hallazgo de la presente invención consiste en conseguir el objeto anterior usando combinación de código y/o redundancia incremental en un sistema de transmisión de multipunto a punto unidireccional inalámbrico sin canal de retorno desde el receptor central a los transmisores individuales. En un sistema de transmisión de multipunto a punto inventivo, una pluralidad de abonados, o transmisores, transmiten sus respectivos datos de cabida útil en forma de paquetes de datos codificados a un receptor central en un tiempo de transmisión aleatorio o pseudoaleatorio en cada caso. La transmisión del paquete de datos codificado asociado con un paquete de datos de cabida útil toma un intervalo de tiempo de transmisión T específico en cada caso. Dado un gran número de transmisores M, llegarán muchos paquetes desde diferentes transmisores en el receptor central al mismo tiempo, que conduce a interferencia aumentada en el receptor y, por lo tanto, a condiciones de recepción agravadas. De acuerdo con una realización de la presente invención, los transmisores transmiten sus respectivos datos de cabida útil en su intervalo de tiempo de transmisión T por medio de N paquetes de datos codificados, que pueden comprender diferente información de redundancia y/o se codifican de manera diferente. Dependiendo de la calidad de transmisión, en el receptor, un paquete de datos de canal codificado puede a continuación decodificarse por sí mismo, o varios paquetes de recepción de canal codificado de un abonado pueden combinarse para obtener una redundancia superior global y/o una ganancia de código superior debido a la combinación. Los polinomios generadores para el codificador por convolución y los esquemas de perforación para codificar de manera diferente los datos de cabida útil en N paquetes de datos codificados se seleccionan de manera que en el receptor, un paquete de datos codificado pueda decodificarse por sí mismo, pero también varios paquetes de datos puedan decodificarse juntos.

- En un sistema de transmisión de multipunto a punto no síncrono sin canal de retorno, el receptor puede posiblemente tener que ordenar un gran número de paquetes de recepción ($M \cdot N$ por intervalo de tiempo de transmisión T) para combinar los paquetes de datos apropiados. Puesto que los tiempos de transmisión de los paquetes de datos codificados son aleatorios o pseudoaleatorios, el receptor no podrá reconocer fácilmente qué paquetes de recepción pertenecen juntos. Este será el caso, en particular, si el receptor y/o los transmisores son móviles. Tomaría demasiado tiempo de cálculo intentar todas las posibles combinaciones de paquetes de datos, y no sería posible, o requeriría una gran cantidad de gasto de cálculo, para operar el sistema en tiempo real.
- El enfoque inventivo puede emplearse también ventajosamente para aumentar el alcance eficaz del sistema de transmisión. Además, por ejemplo el receptor y/o al menos algunos (o todos) los transmisores del sistema de transmisión pueden ser móviles, y, por lo tanto, las distancias entre el transmisor y el receptor pueden cambiar, de modo que pueden surgir diferentes SNR de umbral de recepción debido a las diferentes distancias. De acuerdo con la invención, en el receptor, un paquete de datos codificado del transmisor puede decodificarse por sí mismo, o varios paquetes de datos del transmisor pueden decodificarse juntos. Dada una pequeña distancia entre el transmisor y el receptor, por ejemplo un paquete de datos codificado por sí mismo o únicamente una combinación de pocos paquetes de datos es suficiente para poder decodificar los datos de cabida útil originales. Además, es posible también combinar varios paquetes de datos enviados mediante un transmisor que tiene una distancia aumentada desde el receptor para conseguir una reducción en la SNR de recepción de umbral, de modo que el alcance eficaz, es decir para la recepción fijada, puede realizarse mediante una combinación de extremo de receptor de varios paquetes de datos del respectivo transmisor. Este enfoque es particularmente ventajoso cuando surgen condiciones de transmisión pobres para transmisiones a través de largas distancias.
- De acuerdo con realizaciones de la presente invención, la información específica acerca de un paquete de datos transmitido se adapta en un área principal del paquete de datos, teniendo dicho área principal una protección mejorada. Dicho área principal está protegida mediante un código de redundancia relativamente alta que aún posibilita la decodificación libre de errores del área principal incluso con una pequeña relación de potencia de señal a ruido o relación de señal a interferencia.
- Un transmisor transmite datos de cabida útil a un receptor mediante un canal de comunicación en el intervalo de tiempo de transmisión T . El transmisor comprende unos medios para generar una pluralidad de datos de canal codificado desde los datos de cabida útil, comprendiendo cada uno de los paquetes de datos de canal codificado datos principales de paquete que tienen unas identificaciones de paquete que son diferentes para cada paquete de datos, y estando codificados los datos principales de paquete con un código de canal de redundancia superior que los datos de cabida útil. La redundancia superior de los datos principales de paquete codificados se refiere a la redundancia respectiva, asociada con los datos de cabida útil, de un paquete de datos. Es decir, la redundancia de datos principales de paquete por paquete de datos codificado es superior a la redundancia de los datos de cabida útil del paquete de datos codificado. Además, el transmisor comprende unos medios para transmitir la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado al receptor en el intervalo de tiempo de transmisión.
- La redundancia del código de canal para los datos principales de paquete se selecciona de manera que un umbral de la capacidad de decodificación de los datos principales de paquete es al menos tan bueno como un umbral conseguido cuando se combinan todos los posibles N paquetes de datos. En otras palabras, una ganancia de código del código de canal usado para los datos principales de paquete es al menos tan alta como una ganancia de código con respecto a los datos de cabida útil codificados, consiguiéndose la última ganancia de código combinando todos los paquetes de datos de canal codificado del intervalo de tiempo de transmisión T . Por lo tanto, por ejemplo, una tasa de código del código de canal usada para los datos principales de paquete es igual a o inferior a una tasa de código de los datos de cabida útil codificados, consiguiéndose la tasa de código última combinando todos los paquetes de datos de canal codificado del intervalo de tiempo de transmisión T .
- Puesto que el transmisor se emplea en un sistema de transmisión de multipunto a punto, los medios para generar los paquetes de datos de canal codificado están configurados para proporcionar cada uno de los paquetes de datos de canal codificado con datos principales de paquete que corresponden a la identificación de paquete del respectivo paquete de datos de canal codificado, y al menos una porción de una identificación de transmisor del transmisor. Es decir, en el dominio de datos principales de paquete, puede almacenarse una ID de transmisor o una sub ID de transmisor y un número n ($n = 1, 2, \dots, N$) del paquete de datos asociado para asegurar, en el extremo de receptor, que únicamente se combinan diferentes paquetes de datos de un transmisor con otro.
- Puesto que un transmisor puede emplearse preferentemente en un sistema de transmisión unidireccional de bajo coste, los medios para transmitir están configurados para transmitir la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado desde el receptor al transmisor en el intervalo de tiempo de transmisión T de una manera que es independiente de un canal de retorno con respecto al contenido y tiempos de transmisión. Es decir, la transmisión de la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado se efectúa independientemente de la recepción de la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado y/o del éxito o fallo de la decodificación de los datos de cabida

útil.

Las realizaciones de la presente invención incluyen un receptor de acuerdo con la reivindicación independiente 1 para recibir los datos de cabida útil transmitidos desde un transmisor al receptor mediante un canal de comunicación en un intervalo de tiempo T por medio de una pluralidad de paquetes de datos de canal codificado. Cada uno de los paquetes de datos de canal codificado comprende datos principales de paquete que tienen una identificación de paquete del respectivo paquete de datos de canal codificado, estando codificados los datos principales de paquete con un código de canal de redundancia superior que los datos de cabida útil. El receptor comprende unos medios para recibir la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado en el intervalo de tiempo T, y un decodificador adaptado para decodificar datos principales de paquete de un primer paquete de datos de canal codificado recibido del intervalo de tiempo, y, en el caso de fallo de decodificación libre de errores del primer paquete de datos de canal codificado, para decodificar los datos principales de paquete de al menos un segundo paquete de datos de canal codificado recibido del intervalo de tiempo T para determinar un paquete de datos de canal codificado adicional adecuado del intervalo de tiempo para combinación con el primer paquete de datos de canal codificado para obtener, debido a la combinación, una ganancia de código aumentada para decodificación de la cabida útil. Los paquetes de datos de canal codificado son decodificables por sí mismos en un extremo de decodificador dada una transmisión suficientemente correcta, para obtener los datos de cabida útil asociados.

La combinación de paquetes de datos de canal codificado recibidos tendrá únicamente lugar, por lo tanto, si la información de redundancia, o la información de redundancia de errores corregidos, de un primer paquete de datos de canal codificado recibido no es ya suficiente para la decodificación libre de errores de los datos de cabida útil. Este es el caso, por ejemplo, en el caso de condiciones de recepción pobres (por ejemplo SNR baja). Para este fin, el receptor está configurado, de acuerdo con realizaciones preferidas, para combinar el primer paquete de datos de canal codificado con un segundo paquete de datos adicional en un nuevo paquete de datos (más largo), es decir para invertir la perforación de acuerdo con el esquema en el transmisor y para decodificar dicho paquete de datos más largo combinado para obtener la ganancia de código aumentada.

El decodificador está configurado para determinar y utilizar información acerca de una desviación específica del transmisor ($|f_{c,nom} - f_{c,m}|$) de una frecuencia de transmisión real del transmisor desde una frecuencia de transmisión nominal ($f_{c,nom}$) para decodificar los datos principales de paquete del al menos segundo paquete de datos de canal codificado del transmisor y del intervalo de tiempo T, de manera que los paquetes de datos de canal codificado recibidos con la desviación específica del transmisor ($|f_{c,nom} - f_{c,m}|$) puedan asociarse con el transmisor.

Puesto que, de acuerdo con las realizaciones, el receptor es un receptor central en un sistema de transmisión multipunto a punto unidireccional, el receptor no tiene, de acuerdo con una realización preferida, ningún canal de retorno que pudiera conducir a algún transmisor, de modo que no puede provocarse que el transmisor transmita de manera repetitiva un paquete de datos de canal codificado en el caso de que la decodificación de los datos de cabida útil haya fallado.

Al menos un transmisor y un receptor de acuerdo con realizaciones de la presente invención pueden combinarse en un sistema para transmitir datos de cabida útil desde el al menos un transmisor al receptor en un intervalo de tiempo. El sistema a continuación comprende unos medios para generar una pluralidad de paquetes de datos de canal codificado desde los datos de cabida útil, comprendiendo cada uno de los paquetes de datos de canal codificado datos principales de paquete que corresponden a una identificación de paquete del respectivo paquete de datos de canal codificado, y estando codificados los datos principales de paquete con un código de canal de redundancia superior a los datos de cabida útil. Además, se proporciona un transmisor para transmitir la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado en el intervalo de tiempo. El sistema incluye también un receptor para recibir la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado en el intervalo de tiempo. Dicho receptor está acoplado a un decodificador adaptado para decodificar datos principales de paquete un primer paquete de datos de canal codificado recibido del intervalo de tiempo, y, en el caso de fallo de decodificación libre de errores del primer paquete de datos de canal codificado, para decodificar datos principales de paquete de al menos un segundo paquete de datos de canal codificado recibido del intervalo de tiempo para determinar un paquete de datos de canal codificado adicional adecuado del intervalo de tiempo para combinación con el primer paquete de datos codificado para obtener, debido a la combinación, una ganancia de código aumentada para decodificación de los datos de cabida útil.

Por lo tanto, las realizaciones de la presente invención posibilitan la utilización eficaz de redundancia incremental y/o combinación de código incluso para modos de transmisión unidireccional sin canal de retorno, en particular en sistemas de transmisión de multipunto a punto en los que muchos abonados transmiten datos a un punto de recepción central. Como resultado, puede conseguirse un alcance de transmisión mayor que en la técnica anterior reduciendo una relación de señal a ruido necesaria en el receptor. Como alternativa, es posible también reducir la potencia de transmisión requerida mientras se mantiene el alcance de transmisión. Además, la fiabilidad de transmisión superior da como resultado también en el caso de canales de transmisión variables en el tiempo como surge, por ejemplo, debido a los transmisores y/o receptores móviles. Es decir, la presente invención posibilita

redundancia incremental y/o combinación de código en el receptor sin usar un canal de retorno desde el receptor a un transmisor para este fin.

5 Los desarrollos adicionales preferidos de un transmisor/receptor inventivo son la materia objeto de las respectivas reivindicaciones dependientes.

Se explicarán las realizaciones preferidas de la presente invención en más detalle a continuación con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- 10 La Figura 1 muestra una representación esquemática de un sistema de comunicación multipunto a punto unidireccional que comprende una pluralidad de transmisores y un receptor central de acuerdo con realizaciones de la presente invención;
- La Figura 2 muestra una representación esquemática de la generación de una pluralidad de paquetes de datos de canal codificado desde un paquete de datos de cabida útil de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 15 La Figura 3 muestra una representación esquemática de una pluralidad de paquetes de datos codificados generados en un intervalo de tiempo de acuerdo con una realización de la presente invención;
- La Figura 4 muestra una representación esquemática de una transmisión unidireccional de redundancia incremental por medio de una pluralidad de paquetes de datos codificados de acuerdo con una realización adicional de la presente invención;
- 20 La Figura 5 muestra una estructura esquemática de un paquete de datos de acuerdo con una realización de la presente invención; y
- La Figura 6 muestra una representación esquemática de un desplazamiento de frecuencia específico de transmisor con relación a una frecuencia de transmisión nominal.

25 La Figura 1 muestra esquemáticamente un sistema de comunicación multi-abonado 100 en el que una pluralidad de transmisores 110-m ($m = 1, 2, \dots, M$) transmiten unidireccionalmente sus datos de cabida útil 112-m a un receptor central 120 en cada caso, es decir no hay canal de retorno desde el receptor 120 a ninguno de los transmisores 110-m ($m = 1, 2, \dots, M$).

30 Cada uno de los transmisores 110-m ($m = 1, 2, \dots, M$) comprende unos medios ENC para generar una pluralidad de paquetes de datos de canal codificado desde los datos de cabida útil 112-m ($m = 1, 2, \dots, M$). Esto puede interpretarse para significar que los datos de cabida útil 112-m ($m = 1, 2, \dots, M$), que se han de transmitir en un intervalo de tiempo de transmisión en cada caso, tienen la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado asociados con ellos. Además, cada transmisor 110-m ($m = 1, 2, \dots, M$) comprende unos medios TX para transmitir la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado al receptor 120 en el intervalo de tiempo.

35 Uno de los transmisores 110-m ($m = 1, 2, \dots, M$) y/o los medios ENC para generar la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado se van a explicar en más detalle por medio de las Figuras 2-5. Por motivos de claridad, el índice de abonado m ($m = 1, 2, \dots, M$) deberá omitirse en muchos casos a continuación.

40 La Figura 2 ilustra que los medios ENC están configurados para formar una pluralidad de paquetes de datos de canal codificado 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) desde los datos de cabida útil 112, comprendiendo cada uno de los paquetes de datos de canal codificado 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) los datos principales de paquete 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) que corresponden a una identificación de paquete $P\text{-Id}_n$ ($n = 1, 2, \dots, N$) que es diferente para cada paquete de datos, y estando codificados los datos principales de paquete 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) con un código de canal de redundancia superior que los datos de cabida útil 112. Esto significa que para cada paquete de datos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$), se transmite más información de redundancia con respecto a los datos principales de paquete 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) que es información de redundancia con respecto a los datos de cabida útil. Los datos de cabida útil 112 y/o la información de redundancia obtenida desde los mismos, tal como información de redundancia de reconocimiento de errores y/o información de redundancia de corrección de errores, se transmite en los paquetes de datos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) en los correspondientes campos de datos 214-n ($n = 1, 2, \dots, N$). De acuerdo con las realizaciones, los datos de cabida útil 112 se transmiten de una manera sin dividir. En su lugar, todos los datos de cabida útil 112 se transmiten en un estado donde se codifican de manera diferente en cada uno de los paquetes de datos de canal codificado 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$), o los datos de cabida útil 112 se transmiten en un estado donde se codifican únicamente en uno primero 210-1 de los paquetes de datos, después de lo cual únicamente se transmite posteriormente la información de redundancia adicional en los paquetes de datos adicionales 210-n ($n = 2, 3, \dots, N$).

60 Puesto que los paquetes de datos de canal codificado 210-n comprenden en general los datos de cabida útil codificados y/o la palabra de datos de cabida útil codificada junto con la información de redundancia (campos de datos 214-n), el campo de datos codificado 214-n se representará también con frecuencia como "datos de cabida útil con redundancia" en el contexto de la descripción que sigue. Deberá observarse que, de acuerdo con las explicaciones anteriores con referencia a la Figura 2, los campos de datos 214-n pueden comprender cualquiera de los datos de cabida útil codificados con la información de redundancia obtenida desde los datos de cabida útil 112

asociados, o pueden comprender únicamente información de redundancia obtenida desde los datos de cabida útil asociados 112.

5 Los paquetes de datos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) asociados con un paquete de datos de cabida útil 112 se transmiten desde el transmisor 110 al receptor 120 en un intervalo de tiempo de transmisión T. En este contexto, de acuerdo con una realización, el transmisor 110 y/o los medios TX para transmitir están configurados para transmitir uno primero de la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado 210-1 a un tiempo aleatorio t_1 , y para transmitir posteriormente cualquier paquete de datos restante 210-n ($n = 2, 3, \dots, N$) de la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado en el intervalo de tiempo de transmisión T. Por lo tanto, el intervalo de tiempo T forma, por así decirlo, una trama de tiempo de transmisión para los paquetes de datos de canal codificado 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) asociados con una palabra de datos de cabida útil y/o paquete 112. Incluso aunque en dicha trama de tiempo de transmisión T los paquetes de datos individuales 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) pueden transmitirse a tiempos de transmisión aleatorios o pseudoaleatorios t_n ($n = 1, 2, \dots, N$), se determinan o predeterminan retardos de tiempo $\Delta t = (t_{n+1} - t_n)$ de paquetes de datos consecutivos 210-n, 210-(n+1) ($n = 1, 2, \dots, n-1$), de acuerdo con otra realización, similar al acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA). Es decir, los medios TX para transmitir están configurados, de acuerdo con una realización, para transmitir la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado 210-n al receptor 120 en el intervalo de tiempo T de acuerdo con el acceso múltiple por división en el tiempo.

20 Como ya se ha expuesto anteriormente, los datos principales de paquete 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) incluyen una identificación de paquete, o número de paquete P-Id_n ($n = 1, 2, \dots, N$) que es diferente para cada paquete de datos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$). En un sistema multi-abonado que tiene una pluralidad de transmisores 110, es ventajoso - aunque no obligatorio - proporcionar, en el dominio de datos principal 212-n de un paquete de datos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$), al menos una porción de una identificación de transmisor S-Id_m ($m = 1, 2, \dots, M$) del respectivo transmisor 110-m además de P-Id_n ($n = 1, 2, \dots, N$) para poder asociar el respectivo paquete de datos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) con el transmisor correcto 110-m ($m = 1, 2, \dots, M$) en el extremo del receptor. Esto posibilita que el receptor 120 de un sistema de transmisión de multipunto a punto no síncrono sin canal de retorno ordene el posiblemente gran número de paquetes de recepción ($M \cdot N$ por intervalo de tiempo T) y combine los paquetes de datos apropiados entre sí. En lugar de la identificación del transmisor, podría ser también posible proporcionar información de tiempo que indica el retardo de tiempo al siguiente paquete de datos transmitido. De esta manera, sería también posible reconocer cualquier paquete que pertenezcan juntos.

35 El receptor 120 recibe los datos de cabida útil específicos del transmisor 112-m ($m = 1, 2, \dots, M$) que se transmiten desde uno de los transmisores 110-m ($m = 1, 2, \dots, M$) al receptor 120 mediante un canal de comunicación en el intervalo de tiempo T por medio de la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado. Cada uno de los paquetes de datos de canal codificado 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) comprende los datos principales de paquete 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) que corresponden a al menos una identificación de paquete del respectivo paquete de datos de canal codificado 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$), estando codificados los datos principales de paquete 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) con un código de canal de redundancia superior que los datos de cabida útil específicos de transmisor 112-m ($m = 1, 2, \dots, M$). El receptor 120 comprende unos medios RX para recibir la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) en el intervalo de tiempo T, como una antena que tiene un extremo frontal analógico aguas abajo y una etapa de receptor digital, por ejemplo. Además, el receptor 120 comprende un decodificador DEC adaptado para decodificar datos principales de paquete 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) de un primer paquete de datos de canal codificado recibido, por ejemplo 210-1, del intervalo de tiempo T y, si falla la decodificación libre de errores del primer paquete de datos de canal codificado 210-1 (para obtener los datos de cabida útil específicos de transmisor 112-m), para decodificar los datos principales de paquete de al menos un paquete de datos de canal codificado recibido adicional 210-n ($n = 2, 3, \dots, N$) del intervalo de tiempo T para determinar un paquete de datos de canal codificado adicional adecuado del intervalo de tiempo T para combinar con el primer paquete de datos de canal codificado 210-1 para obtener, debido a la combinación, una ganancia de código aumentada para decodificación de los datos de cabida útil 112-m específicos de transmisor ($m = 1, 2, \dots, M$).

50 En este contexto, el receptor 120 no comprende canal de retorno que pudiera conducir a alguno de los transmisores 110-m ($m = 1, 2, \dots, M$) para provocar que transmitan de manera repetitiva un paquete de datos de canal codificado en el caso de que la decodificación de los datos de cabida útil 112 haya fallado.

55 De acuerdo con las realizaciones, el decodificador DEC está configurado para utilizar cualquier información acerca de la redundancia y/o datos de cabida útil, habiéndose obtenido dicha información decodificando el primer paquete de datos de canal codificado 210-1, como información de redundancia para decodificar el al menos segundo paquete de datos de canal codificado 210-n ($n = 2, 3, \dots, N$) para obtener la ganancia de código aumentada.

60 Puesto que al menos el tiempo de transmisión t_1 del primer paquete de datos 210-1 para cada transmisor 110-m es pseudoaleatorio, el receptor 120 no podrá reconocer fácilmente qué paquetes recibidos pertenecen juntos. Este es el caso particularmente si el receptor 120 y/o los transmisores 110-m son móviles. Tomaría mucho tiempo de cálculo también y/o demasiados recursos de hardware intentar todos los posibles intentos para combinar paquetes de datos, y no sería posible, o sería posible únicamente con una gran cantidad de gasto de cálculo, operar el sistema de

transmisión 100 en tiempo real. Por esta razón, la información específica (los datos principales de paquete) acerca del paquete de transmisión 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) está adaptada en el área principal 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) del paquete de datos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$), teniendo dicho área principal protección mejorada. Dicha información es al menos la identificación de paquete P-Id_n ($n = 1, 2, \dots, N$) y preferentemente también la identificación del transmisor S-Id_m ($m = 1, 2, \dots, M$) y/o cualquier información del respectivo transmisor, obteniéndose dicha información desde dicha identificación. El área principal y/o los datos principales de paquete 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) se protegen con un código de redundancia superior en cada caso que el campo de datos 214-n ($n = 1, 2, \dots, N$). Es posible decodificar por lo tanto los datos principales de paquete 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) incluso con una relación de señal a ruido o de señal a interferencia baja en el receptor 120 y obtener por lo tanto la identificación del paquete P-Id_n ($n = 1, 2, \dots, N$) y, si existe, también la identificación del transmisor S-Id_m ($m = 1, 2, \dots, M$). El umbral de capacidad de decodificación de los datos principales de paquete 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) por lo tanto es al menos tan bueno como el umbral conseguido cuando se combinan todos los posibles N paquetes de datos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) de la trama de tiempo de transmisión T. Aplicado de manera diferente, la ganancia de código asociada con el área principal 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) corresponde a al menos la ganancia de código resultante de la combinación de todos los N paquetes de datos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) y/o sus campos de datos de cabida útil codificados 214-n ($n = 1, 2, \dots, N$).

Como ya se describió al principio, existen básicamente diferentes posibilidades para combinar los paquetes de datos de canal codificado recibidos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) o una porción de los mismos para obtener una ganancia de código superior como resultado de dicha combinación.

La Figura 3a muestra una trama de transmisión 300 de un transmisor 110. En el intervalo de tiempo de transmisión T, se envían N paquetes de datos de canal codificado 210-n mediante el transmisor 110 en tiempos pseudoaleatorios t_n ($n = 1, 2, \dots, N$). De acuerdo con una realización, cada paquete de datos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) en el campo de datos 214-n ($n = 1, 2, \dots, N$) contiene los datos de cabida útil codificados, que se codifican de manera diferente, y, por lo tanto, la información de redundancia se diferencia de paquete de datos a paquete de datos. Es decir, de acuerdo con una realización, los medios ENC para generar están configurados, por ejemplo, para generar los paquetes de datos de canal codificado 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) con respectivamente diferente información de redundancia con respecto al paquete de datos de cabida útil 112.

Un enfoque para generar los paquetes de datos de canal codificado 210-n que tienen respectivamente diferentes datos de cabida útil codificados e información de redundancia asociada con respecto al paquete de datos de cabida útil original asociado 112 se representa a modo de ejemplo por medio de la Figura 3b. Como se representa en la Figura 3b, los datos de cabida útil 112 de la longitud L se suministran al codificador ENC, por ejemplo un codificador por convolución, a la tasa de código $R' \leq R_n/N$, que genera un paquete de datos de longitud codificada 210 de la longitud L/R' desde los datos de cabida útil 112. Con respecto a la vista general mostrada en la Figura 3b, deberá observarse que en dicha vista general únicamente los datos de cabida útil codificados con la información de redundancia (campos de datos 214-n) obtenidos desde los datos de cabida útil se representan en los paquetes de datos 210-n sin indicar explícitamente los datos principales asociados 212-n, que pueden asociarse, por ejemplo, con los campos de datos asociados 214-n antes de la operación de transmisión.

Se realiza un denominado esquema de perforación, en el codificador por convolución ENC, en la palabra de código larga 210 obtenida, comprendiendo la perforación omitir y/o tomar ("perforar") posiciones específicas de la palabra de código larga obtenida. De esta manera, la tasa de código resultante puede aumentarse, por ejemplo. Además, las longitudes de palabra de código pueden diseñarse específicamente para una cierta longitud de trama para posterior transmisión de datos y/o procesos de almacenamiento de datos, por ejemplo.

Como se muestra a modo de ejemplo en la Figura 3b, se usa un esquema de perforación en el que el paquete de datos de inicio codificado 210 se divide en dos partes iguales (es decir $N=2$), de modo que resulta que pueden transmitirse dos paquetes de transmisión perforados 1 y 2, como un paquete de datos codificado 210-1, 210-2 en cada caso, en forma de la cabida útil codificada y los datos de redundancia 214-1, 214-2 con los datos principales asociados 212-1, 212-2. Los paquetes de datos codificados 1 y 2 pueden ahora comprender tanto la misma tasa de código L_n ($R_1=R_2$) como diferentes tasas de código ($R_1 \neq R_2$), por ejemplo.

Si, por ejemplo, los paquetes de transmisión perforados 1 y 2 tienen la misma tasa de código $R_1=R_2$, dará como resultado una tasa de código combinada inferior $R'=R_n/2$ en el caso de una combinación de extremo de receptor del primer paquete de datos 210-1 y del segundo paquete de datos 210-2. Si un paquete de datos de canal codificado recibido adicional 210-3 que tiene la tasa de código $R_3=R_1=R_2$ (no mostrado en la Figura 3b) se utilizara, en el extremo de receptor, para decodificar y combinar, la tasa de código combinada en este caso se reduciría a $R'=R_n/3$ si los datos se enviaron de tal manera que se codificaran 3 veces de manera diferente en consecuencia. Esta secuencia puede continuarse todo lo largo que se quiera. Para las explicaciones anteriores se supone que la tasa de código R_n (con $R_1=R_2=\dots=R_n$) es la misma en cada caso para los paquetes de datos 210-n usados para combinar y decodificar.

Es posible también que se codifiquen las tasas de código R_n ($n = 1, 2, \dots, N$) con las que los datos de cabida útil 112

en los paquetes de datos codificados asociados 210-n (por ejemplo con los paquetes de transmisión perforados) para diferenciarse de paquete de datos a paquete de datos. También, es posible que los grupos predefinidos de paquetes de datos 210-n (por ejemplo con $n = 1, 3, \dots$ "con número impar" y/o $n = 2, 4, \dots$ "con número par") puedan tener mutuamente diferentes tasas de código. El grupo respectivo puede incluir cualquier selección (por ejemplo

5 paquetes de datos individuales, varios paquetes de datos consecutivos, etc.) de los paquetes de datos 210-n que están basados en un paquete de datos de cabida útil asociado 112. Dicha asociación de diferentes tasas de código puede efectuarse, por ejemplo, en que los paquetes de datos perforados 210-n tienen diferentes tamaños, de modo que resulta $R_1 \neq R_2$ con respecto a las tasas de código (por ejemplo con $R_1 = 1/2$ y $R_2 = 1/3$, etc.). Por ejemplo, en un

10 primer paquete de datos 210-1, puede resultar un código de canal de la tasa R_1 a partir de esto, mientras que en un segundo paquete de datos 210-2, los datos de cabida útil codificados se transmiten de tal manera que se codifican con un código de canal de la tasa R_2 , etc.

Si, en el extremo del receptor, la decodificación del primer paquete de datos 210-1 y/o del campo de datos 214-1 falla debido a que una SNR en el receptor 120 es demasiado pequeña, una tasa de código efectiva de $R' = 1/(1/R_1 + 1/R_2) = 1/(2+3) = 1/5$ puede conseguirse combinando el primer paquete de datos codificado 210-1 con el segundo

15 paquete de datos codificado 210-2, que aumenta la probabilidad de decodificar satisfactoriamente los datos de cabida útil 112. El hecho de que los paquetes apropiados se combinen entre sí se asegura decodificando previamente los datos principales de paquete 212-n.

El codificador ENC puede configurarse para generar al menos un grupo predefinido o todos los paquetes de datos codificados 210-n de manera que sean decodificables por ellos mismos en el extremo de decodificador dada una transmisión (suficientemente correcta), para obtener los datos de cabida útil asociados 112. Además, el codificador ENC puede configurarse de manera que, adicionalmente, también una selección predefinida de los paquetes de

20 datos adicionales codificados 210-n ($n = 2, 3, \dots, N$) sean combinables y decodificables, por ejemplo invirtiendo (realimentando) la perforación. Por ejemplo, la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado 210-n pueden generarse a partir de un paquete de datos de canal codificado 210 relativamente largo individual por medio de perforación adecuada, por ejemplo, seleccionándose el código de convolución y la perforación de manera que cada uno de la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado sea decodificable por sí mismo y/o que todas las

25 posibles combinaciones de los paquetes de datos 210-n (2, 3, ..., N paquetes de datos) sean decodificables invirtiendo la perforación.

Dichas propiedades pueden obtenerse, por ejemplo, por medio de la selección de los polinomios generadores para el codificador por convolución ENC y los patrones de perforación (esquema de perforación). Además, los polinomios generadores para el codificador por convolución ENC y los patrones de perforación (esquema de perforación)

35 pueden adaptarse a la tasa de datos específica, tasa de codificación y SNR de umbral de detección del sistema transmisor-receptor. En este contexto, en particular, las propiedades de rendimiento, que se predefinen mediante los paquetes de transmisión codificados 210-n, para la decodificación pueden obtenerse o establecerse. Por ejemplo, los polinomios generadores para el codificador por convolución ENC y los patrones de perforación pueden seleccionarse de manera que se consiga un rendimiento deseado en el extremo del decodificador, por ejemplo

40 independientemente de cuál del paquete de datos codificados 210-n o cuál de los grupos predefinidos de paquetes de datos codificados se combinen y decodifiquen en el extremo receptor.

Además, tales realizaciones son factibles también en las que, en un paquete de datos posterior, los datos del primer paquete de datos 210-1 (datos de cabida útil codificados + redundancia) no se repiten de manera precisa, sino

45 únicamente se transmite información de redundancia adicional que no sería decodificable por sí misma sin los datos del primer paquete de datos 210-1. Es decir, en un caso de este tipo, se transmitiría tanto los datos de cabida útil 112 como la información de redundancia asociada para el reconocimiento y corrección de errores en el primer paquete de datos 210-1 únicamente. En posteriores paquetes de datos 210-2, 210-3, ..., 210-N, la información de redundancia adicional se transmitiría a continuación únicamente de una manera incremental. Esto se explicará en

50 mayor detalle con referencia a la Figura 4.

En el extremo del transmisor, los datos de cabida útil 112 y los bits de reconocimiento de errores (CRC) se codifican inicialmente por medio de un código "padre" sistemático, por ejemplo. Esto da como resultado una palabra de código

55 410 de bits sistemáticos 412 y bits de paridad 414. En un primer campo de datos 214-1 transmitido en un tiempo t_1 , la porción sistemática 412 de la palabra de código y un número específico, es decir, no todos los bits de paridad 414-1, que juntos forman una palabra de código 420 de un código padre, se transmiten al receptor 120. En un tiempo adicional t_2 , el transmisor 110 transmite, en un campo de datos 214-2 de un paquete de datos codificado posterior 210-2, bits de paridad adicionales 414-2 con posiblemente diferentes potencias o por medio de diferentes condiciones de canal. En un tiempo adicional t_3 , el transmisor 110 transmite bits de paridad adicionales 414-3 en un

60 paquete de datos adicional 214-3, etc.

En el extremo del receptor, se intenta decodificar inicialmente la palabra de código 420. Si la decodificación libre de errores no es posible, se realiza un nuevo intento de decodificación, que incluye combinar los bits de paridad adicionales 414-2 del paquete de datos 210-2 con los bits de paridad previamente recibidos 414-1 del paquete de

datos 210-1. Este proceso puede repetirse hasta tal tiempo que la decodificación de los datos de cabida útil 112 sea satisfactoria.

Debido a la información de redundancia transmitida incrementalmente, la tasa de código eficaz R' que resulta de la combinación puede adaptarse a las propiedades del canal y/o de transmisión. En el caso normal, es decir dado un buen canal y/o poca interferencia entre los abonados, únicamente se usa inicialmente el código perforado del primer paquete de datos 210-1, y es únicamente a medida que la calidad del canal disminuye que las localizaciones perforadas contenidas en los posteriores paquetes de datos 210-2, 210-3, ..., 210-N se utilizan para aumentar la capacidad de corrección.

En cada uno de los diferentes casos, el número de paquetes de datos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) combinados eventualmente para la decodificación libre de errores es inversamente proporcional a la SNR del extremo de receptor. Es decir, cuanto más pobres son las condiciones de recepción, mayor es el número de paquetes de datos a combinar.

La Figura 5 ilustra una vez más una posible estructura de un paquete de datos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$). El área principal 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$), que disfruta de protección mejorada, del paquete de datos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) contiene los datos principales de paquete en forma de un número de identificación de transmisor opcional o una porción del mismo (ID/Sub ID) así como el número del paquete de transmisión (N° de paquete). La provisión del número de identificación del transmisor o la porción del mismo es ventajoso, particularmente en el caso de números de abonado grandes M.

Como ya se ha mencionado, el área principal 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) está protegida mejor que el dominio de los datos de cabida útil 214-n ($n = 1, 2, \dots, N$) de modo que puede decodificarse también bajo condiciones de canal extremadamente pobres (peor caso). Tales condiciones de transmisión pobres tienen lugar en caso de máxima interferencia temporal de los paquetes de datos recibidos en el receptor 120, es decir si todos los M abonados transmiten accidentalmente al mismo tiempo. Tales condiciones de transmisión pobres tienen lugar también en el caso de las transmisiones que se efectúen a través de largas distancias.

El umbral de decodificación de los datos principales de paquete 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) debería en este contexto ser al menos igual a o incluso mejor que el umbral de decodificación de los (cabida útil) campos de datos 214-n ($n = 1, 2, \dots, N$) cuando se combinan todos los N paquetes de datos 210-n. Es decir, el área principal 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) debería comprender, con relación a su información de origen 512-n ($n = 1, 2, \dots, N$), una cantidad al menos igual o superior de información de redundancia 513-n ($n = 1, 2, \dots, N$) que/a la suma de la información de redundancia 515-n ($n = 1, 2, \dots, N$) de todos los N paquetes de datos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) de un intervalo de tiempo de transmisión T. Por ejemplo, el área principal 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) debe protegerse con un código de convolución de la tasa $\frac{1}{4}$, mientras que los datos de cabida útil 112 se protegen con un código de convolución eficaz de la tasa $\frac{1}{2}$. Si se tuviera de dividir los datos de cabida útil codificados 214-n a N = 2 paquetes de datos de cabida útil, cada paquete de datos por sí mismo tendría la tasa 1 y, por lo tanto, no redundancia adicional. Cuando se combinan los dos bloques en el receptor 120, por ejemplo la información del segundo paquete 210-2 debe usarse como información de redundancia del primer paquete 210-1.

Si los datos de cabida útil se codifican mediante un código de convolución de la tasa $\frac{1}{2}$, la cantidad (número) de datos de cabida útil codificados es el doble de la cantidad de los datos de cabida útil no codificados. Si se transfiere el doble de la cantidad de datos de cabida útil codificados en paquetes de datos, la longitud de un paquete de datos será igual a la longitud de los datos de cabida útil no codificados. Si se considera que la tasa de código entre los datos de cabida útil no codificados y los datos de cabida útil codificados de un paquete de datos, resultará la tasa de código 1. El particionamiento de los datos a ambos paquetes de datos puede realizarse de manera que cada paquete de datos sea decodificable por sí mismo, y que resulta la tasa de código $\frac{1}{2}$ cuando los dos paquetes de datos se combinan en el receptor. Por lo tanto, los datos de cabida útil codificados se dividen en dos paquetes de datos que se envían mediante el transmisor a diferentes tiempos.

Además de la redundancia superior en el área principal 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$), es también ventajosa para proporcionar, en el área principal, una palabra de sincronización 516-n ($n = 1, 2, \dots, N$) en cada caso, con ayuda de la cual el receptor 120 puede sincronizarse a sí mismo tan rápido como sea posible. Dicha sincronización, o la palabra de sincronización 516-n ($n = 1, 2, \dots, N$), se usa en cada paquete de datos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) puesto que en un sistema multi-abonado, cada transmisor comprende su propia fuente de reloj de referencia (oscilador) que tiene diferentes tolerancias. De acuerdo con una realización adicional, los medios ENC para generar están también configurados para proporcionar además los datos principales de paquete 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) de un paquete de datos de canal codificado 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) con datos de sincronización 516-n ($n = 1, 2, \dots, N$) para posibilitar que el receptor 120 detecte el paquete de datos de canal codificado 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) desde el transmisor 110-m ($m = 1, 2, \dots, M$). Por ejemplo, los datos de sincronización 516-n ($n = 1, 2, \dots, N$) pueden ser un denominado código Manchester. El código Manchester es un código lineal que obtiene la señal de reloj durante la codificación. En este contexto, una secuencia de bits modula la fase de una señal de reloj de una manera binaria. El umbral de

detección, es decir la SNR, a la que el receptor 120 debe reconocer un paquete de recepción individual 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) es dependiente de una sensibilidad global del receptor 120, que resulta cuando todos los paquetes de recepción se combinan 210-1, 210-2, ..., 210-N. Es decir, cuantos más paquetes de datos 210-n sean combinables, más se reducirá el umbral de recepción, y más altos se pondrán los requisitos tras la sincronización del receptor 120.

5 Los transmisores envían sus paquetes de datos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) a tiempos pseudoaleatorios que no se conocen inicialmente para el receptor 120. Si, adicionalmente, el receptor 120 es también móvil en lugar de fijo, los transmisores localizados en el alcance de recepción del receptor 120 cambiarán constantemente. Si un transmisor 110-m envía adicionalmente paquetes de datos redundantes para combinación de código, el receptor 120 debería poder asociar los paquetes de datos con un transmisor de modo que puedan combinarse los paquetes de datos apropiados. La asociación de los paquetes de recepción con un transmisor será más difícil cuando los datos principales de paquete de un paquete de datos individual no pueden decodificarse sin ambigüedades debido a la interferencia en el canal de transmisión. Precisamente en este caso, la capacidad de decodificación de los datos de cabida útil 112-m se ha de mejorar combinando varios paquetes de datos redundantes. Si, por lo tanto, en un canal de transmisión perturbado, se recibieran muchos paquetes de recepción desde varios transmisores de una manera incompleta y tuvieran que combinarse entre sí, esto puede efectuarse, por ejemplo, intentando todas las posibilidades de combinación. En el caso mencionado en este punto, la recepción incompleta se experimenta por sí misma, por ejemplo, en que los paquetes de datos no pueden asociarse sin ambigüedades con un transmisor puesto que, por ejemplo, la ID se recibió incorrectamente.

10

15

20 En el caso de que haya un pequeño número de transmisores, esto aún puede ponerse en práctica. Sin embargo, si el número de paquetes de recepción aumenta, por ejemplo debido a que un número muy grande de transmisores está localizado en el alcance de recepción del receptor, la potencia de cálculo requerida para las diferentes posibilidades de combinación aumenta exponencialmente como resultado. De acuerdo con realizaciones de la presente invención, sin embargo, dichas posibilidades de combinación en el receptor 120 pueden restringirse de una manera dirigida, en la cual la velocidad de procesamiento del receptor 120 puede aumentarse.

25

La protección aumentada del transmisor y la identificación de paquetes en el área principal 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) pueden asegurar, incluso en caso de recepción pobre, que cada paquete de recepción 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) puede asociarse sin ambigüedades. Por lo tanto, los paquetes de datos de transmisores idénticos pueden combinarse en el receptor 120, y puede evitarse el gasto de cálculo para malas combinaciones que surgieran combinando aleatoriamente cualquier paquete de datos. Con respecto a la expresión "malas combinaciones" deberá observarse que dicha expresión no se refiere a perder combinaciones sino a combinaciones que no conducen a datos de cabida útil transmitidos, es decir a combinaciones que producen un resultado erróneo. En el caso de identificaciones de transmisor muy largas, que pueden radicar a aproximadamente 48 bits y más, una gran cantidad de información de redundancia se transmitiría en el área principal 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) cuando se usa toda la identificación de transmisor, que puede conducir a consumo de energía aumentado y, por lo tanto, vida de batería acortada del transmisor correspondiente 110-m. para evitar esto, es posible también, de acuerdo con una realización, transmitir únicamente una porción de la identificación del transmisor (sub ID) en el área principal 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$) o únicamente una dirección de MAC relativamente pequeña (código de mensaje de autenticación). En consecuencia, sin embargo, la asociación sin ambigüedades de los paquetes de datos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) con un transmisor 110-m ya no es posible puesto que varios transmisores pueden usar la misma identificación parcial en el área principal 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$), de modo que esto puede dar como resultado de nuevo malas combinaciones. Sin embargo, su número es bastante más pequeño que en un sistema multi-abonado unidireccional sin ninguna identificación de transmisor en el área principal protegida 212-n ($n = 1, 2, \dots, N$).

30

35

40

45

El número de posibles combinaciones de paquetes puede limitarse aprovechando la información de tiempo. Típicamente, los paquetes de datos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) se transmiten mediante el transmisor 110-m de una manera aleatoria, pero únicamente en una cierta ventana de tiempo de transmisión T. Mientras se aprovecha esta información de tiempo, el receptor 120 puede limitar adicionalmente el número de posibles combinaciones de paquetes de datos. Es decir, de acuerdo con las realizaciones, el decodificador DEC está configurado, en el extremo del receptor, para utilizar información acerca del intervalo de tiempo de transmisión T para decodificar los datos principales de paquete 212-n ($n = 2, 3, \dots, N$) del al menos segundo paquete de datos de canal codificado 210-n ($n = 2, 3, \dots, N$) desde el transmisor 110-m, de manera que empezando desde el primer paquete de datos de canal codificado 210-1, el al menos segundo paquete de datos de canal codificado 210-n ($n = 2, 3, \dots, N$) se recibió en un periodo de tiempo, que corresponde al intervalo de tiempo T, anterior o posterior en un máximo.

50

55

De acuerdo con la invención, un enfoque adicional para reducir las posibles combinaciones de paquetes de datos resulta de los diferentes desplazamientos de frecuencia de los transmisores individuales 110-m con respecto a una frecuencia de transmisión nominal $f_{c, \text{nom}}$. Este desplazamiento de frecuencia específico de transmisor típicamente está - esto es diferente de transmisor a transmisor - en un intervalo de hasta ± 100 ppm (partes por millón), de modo que los transmisores individuales tienen ligeramente diferentes frecuencias de transmisión $f_{c, m}$ ($m = 1, 2, \dots, M$) alrededor de la frecuencia de transmisión nominal $f_{c, \text{nom}}$ (véase la Figura 6). Sin embargo, como una cuestión de principios, el desplazamiento de frecuencia Δf_m ($m = 1, 2, \dots, M$) por transmisor radica intermitentemente en un intervalo de menos de ± 10 ppm. Puede surgir un desplazamiento de frecuencia de un transmisor con relación a la

60

frecuencia de transmisión nominal, por ejemplo, debido a las tolerancias de fabricación del oscilador de cristal de cuarzo. Dichos desplazamientos de frecuencia existen durante un largo periodo de tiempo. Además, un desplazamiento de frecuencia puede producirse por el envejecimiento de los componentes. Dicho desplazamiento de frecuencia, también, únicamente cambia poco a poco con el tiempo. Un cambio intermitente en el desplazamiento de frecuencia puede producirse por un cambio de temperatura rápido en el circuito electrónico, por ejemplo.

Si el receptor está configurado adicionalmente para realizar una estimación de frecuencia de la señal recibida, dicha información puede usarse para combinar correctamente paquetes de datos. De acuerdo con las realizaciones, el receptor 120 puede detectar, por ejemplo, un desplazamiento de frecuencia que asciende a Δf_m ($m = 1, 2, \dots, M$) y radica entre el intervalo de menos de 10 ppm alrededor de $f_{c,m}$ ($m = 1, 2, \dots, M$). El receptor puede detectar el desplazamiento de la frecuencia de transmisión $f_{c,m}$, que es posible para que dicho desplazamiento de frecuencia tenga una fluctuación de Δf_m . El desplazamiento de frecuencia de un paquete de datos puede usarse como asociación con un transmisor. Dicho desplazamiento de frecuencia debería estar en el intervalo Δf_m alrededor de $f_{c,m}$ de modo que el paquete de datos está asociado con el transmisor correcto. Esto puede usarse para limitar adicionalmente el número de posibles combinaciones de paquetes de datos, puesto que únicamente se combinan tales paquetes de recepción cuyo desplazamiento de frecuencia Δf_m radica en un cierto límite. Es decir, el decodificador DEC del receptor 120 está configurado, de acuerdo con algunas realizaciones, para determinar y utilizar información acerca de una desviación específica del transmisor Δf_m ($m = 1, 2, \dots, M$) de una frecuencia de transmisión real $f_{c,m}$ ($m = 1, 2, \dots, M$) del transmisor 110-m desde una frecuencia de transmisión nominal $f_{c,nom}$ para decodificar el al menos segundo paquete de datos de canal codificado 210-n ($n = 2, 3, \dots, N$) del transmisor 110-m y del intervalo de tiempo T , de manera que los paquetes de datos de canal codificado recibidos con la desviación específica del transmisor pueden asociarse con el transmisor 110-m. El parámetro Δf_m caracteriza el intervalo de frecuencia alrededor $f_{c,m}$ en el que puede asociarse un paquete de datos con otro paquete de datos. Por ejemplo, si Δf_m es a 10 Hz con $f_{c,1} = 6000$ Hz, y si, por ejemplo, se recibe un paquete de datos a una frecuencia de 6004 Hz, dicho paquete de datos puede asociarse con un paquete de datos que tiene 6002 Hz.

Las realizaciones de la presente invención pueden emplearse, por ejemplo, para realizar un sistema para transmitir cantidades de datos relativamente pequeñas, por ejemplo datos de sensor de, por ejemplo, medidores de calefacción, electricidad o agua. En este contexto, un medio de medición que comprende un transmisor de radio de acuerdo con una realización de la presente invención puede montarse en los medidores/sensores, transmitiendo dicho transmisor de radio inalámbricamente los datos de sensor y/o datos de cabida útil a un receptor central 120 de la manera anteriormente descrita. Por consiguiente, las realizaciones de la presente invención incluyen también un sistema de comunicación que comprende al menos un transmisor 110 y un receptor 120 de acuerdo con las realizaciones descritas en el presente documento. Un sistema de comunicación de este tipo no muestra canal de retorno desde el receptor 120 a ningún transmisor 110-m ($m = 1, 2, \dots, M$), y cada transmisor transmite sus paquetes de datos 210-n ($n = 1, 2, \dots, N$) a un tiempo aleatorio o pseudoaleatorio t_n ($n = 1, 2, \dots, N$) no conocido para el receptor 120. Por lo tanto, el receptor 120 recibe un gran número de señales de transmisión de diferentes medidores y/o sensores.

Incluso aunque algunos aspectos de la presente invención se describen en relación con dispositivos de transmisión/recepción, deberá entenderse que dichos aspectos representan también una descripción de métodos de transmisión/recepción correspondientes, de modo que un bloque o un componente de un dispositivo de transmisión/recepción debería entenderse también como una etapa de método correspondiente o como una característica de una etapa de método. Por analogía a lo mismo, los aspectos descritos en relación con o como una etapa de método también representan una descripción de un bloque correspondiente o detalle o característica de un dispositivo correspondiente.

Dependiendo de los requisitos de implementación específicos, las realizaciones de la invención pueden implementarse en hardware o en software. La implementación puede realizarse usando un medio de almacenamiento digital, por ejemplo un disco flexible, un DVD, un disco Blu-ray, a CD, una ROM, una PROM, una EPROM, una EEPROM, o una memoria flash, un disco duro o cualquier otra memoria magnética u óptica que tenga señales de control electrónicamente legibles almacenadas en la misma que pueden cooperar o en su lugar cooperan, con un sistema informático programable de manera que se realiza el respectivo método de transmisión/recepción. Esto es porque el medio de almacenamiento digital puede ser legible por ordenador. Algunas realizaciones de acuerdo con la invención incluyen por lo tanto un portador de datos que tiene señales de control electrónicamente legibles que son capaces de cooperar con un sistema informático programable o procesador de señales digitales de manera que se realiza cualquiera de los métodos descritos en el presente documento.

En algunas realizaciones, un dispositivo de lógica programable (por ejemplo un campo de matrices de puertas programables, un FPGA) puede usarse para realizar alguna o todas las funcionalidades de los métodos descritos en el presente documento. En algunas realizaciones, un campo de matrices de puertas programables puede cooperar con un microprocesador para realizar cualquiera de los métodos descritos en el presente documento. En algunas realizaciones, los métodos se realizan en general mediante cualquier dispositivo de hardware. Lo último puede ser un hardware que puede emplearse universalmente tal como un procesador informático (CPU) o un hardware

específico para el método, tal como un ASIC, por ejemplo.

5 Las realizaciones anteriormente descritas representan meramente una ilustración de los principios de la presente invención. Se ha de entender que las modificaciones y variaciones de las disposiciones y detalles descritos en el presente documento se apreciarán por otros expertos en la materia. Esto es porque se pretende que la invención esté limitada únicamente por el alcance de las siguientes reivindicaciones en lugar de por los detalles específicos que se presentan en el presente documento por medio de la descripción y de la explicación de las realizaciones.

REIVINDICACIONES

1. Receptor (120) para recibir datos de cabida útil (112-m) transmitidos desde un transmisor (110-m) al receptor (120) mediante una comunicación unidireccional al receptor (120) en un intervalo de tiempo T por medio de una pluralidad de paquetes de datos de canal codificado (210-n), no comprendiendo el receptor canal de retorno que condujera al transmisor (110-m) para provocar que el transmisor transmita de manera repetitiva un paquete de datos de canal codificado (210-2) en el caso de que la decodificación de los datos de cabida útil haya fallado, comprendiendo cada uno de los paquetes de datos de canal codificado (210-n) los datos principales de paquete (212-n) que corresponden a una identificación de paquete del respectivo paquete de datos de canal codificado, y estando codificados los datos principales de paquete (212-n) con un código de canal de redundancia superior que los datos de cabida útil (112-m), que comprende:

unos medios (RX) para recibir la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado (210-n) en el intervalo de tiempo (T); y
 un decodificador (DEC) adaptado para decodificar los datos principales de paquete (212-1) de un primer paquete de datos de canal codificado recibido (210-1) del intervalo de tiempo (T), y, en el caso de fallo de decodificación libre de errores del primer paquete de datos de canal codificado (210-1), para decodificar los datos principales de paquete (212-2) de al menos un segundo paquete de datos de canal codificado recibido (210-2) del intervalo de tiempo (T) para determinar un paquete de datos de canal codificado adicional adecuado (210-2) del intervalo de tiempo para combinación con el primer paquete de datos de canal codificado (210-1) para obtener, debido a la combinación, una ganancia de código aumentada para decodificación de los datos de cabida útil (112-m);
caracterizado por que el decodificador (DEC) está configurado para determinar y utilizar información acerca de una desviación específica del transmisor ($f_{c,nom} - f_{c,m}$) de una frecuencia de transmisión real del transmisor (110-m) desde una frecuencia de transmisión nominal ($f_{c,nom}$) para decodificar los datos principales de paquete (212-2) del al menos segundo paquete de datos de canal codificado (210-2) del transmisor (110-m) y del intervalo de tiempo (T), de manera que los paquetes de datos de canal codificado recibidos con la desviación específica del transmisor ($f_{c,nom} - f_{c,m}$) pueden asociarse con el transmisor (110-m).

2. Receptor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el decodificador (DEC) está configurado para utilizar información acerca del intervalo de tiempo (T) para decodificar los datos principales de paquete (212-2) del al menos segundo paquete de datos de canal codificado (210-2) desde el transmisor (110-m) y del intervalo de tiempo (T), de manera que empezando desde el primer paquete de datos de canal codificado (210-1), el al menos segundo paquete de datos de canal codificado (210-2) se recibió en un periodo de tiempo, que corresponde al intervalo de tiempo, anterior o posterior en un máximo.

3. Receptor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el decodificador (DEC) está configurado para decodificar un paquete de datos de canal codificado (210-n) de un grupo predefinido de paquetes de datos de canal codificado (210-n), que están basados en un paquete de datos de cabida útil asociado (112), independientemente de los otros paquetes de datos de canal codificado (210-n) del grupo.

4. Sistema para transmitir datos de cabida útil (112-m) desde un transmisor (110-m) a un receptor (120) mediante una comunicación unidireccional a un receptor (120) en un intervalo de tiempo (T) sin usar un canal de retorno, que comprende:

unos medios (ENC) para generar una pluralidad de paquetes de datos de canal codificado (210-n) desde los datos de cabida útil (112-m), comprendiendo cada uno de los paquetes de datos de canal codificado los datos principales de paquete (212-n) que corresponden a una identificación de paquete del respectivo paquete de datos de canal codificado, y estando codificados los datos principales de paquete con un código de canal de una redundancia superior que los datos de cabida útil (112-m);

un transmisor (TX; 110-m) para transmitir la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado (210-n) en el intervalo de tiempo (T);

un receptor (RX; 120) para recibir la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado (210-n) en el intervalo de tiempo (T); y

un decodificador (DEC) adaptado para decodificar datos principales de paquete (212-1) de un primer paquete de datos de canal codificado recibido (210-1) del intervalo de tiempo (T), y, si falla la decodificación libre de errores del primer paquete de datos de canal codificado (210-1) para obtener los datos de cabida útil (112-m), para decodificar los datos principales de paquete (212-2) de al menos un segundo paquete de datos de canal codificado recibidos (210-2) del intervalo de tiempo (T) para determinar un paquete de datos de canal codificado adicional adecuado del intervalo de tiempo para combinación con el primer paquete de datos de canal codificado para obtener, debido a la combinación, una ganancia de código aumentada para decodificación de los datos de cabida útil;

en el que no se proporciona canal de retorno entre el receptor (120) y el transmisor (110-m) para provocar que el transmisor transmita de manera repetitiva un paquete de datos de canal codificado en el caso de que la decodificación de los datos de cabida útil haya fallado; y

caracterizado por que el decodificador (DEC) está configurado para determinar y utilizar información acerca de una desviación específica del transmisor ($|f_{c,nom} - f_{c,m}|$) de una frecuencia de transmisión real del transmisor (110-m) desde una frecuencia de transmisión nominal ($f_{c,nom}$) para decodificar los datos principales de paquete (212-2) del al menos segundo paquete de datos de canal codificado (210-2) del transmisor (110-m) y del intervalo de tiempo (T), de manera que los paquetes de datos de canal codificado recibidos con la desviación específica del transmisor ($|f_{c,nom} - f_{c,m}|$) pueden asociarse con el transmisor (110-m).

5. Método para recibir datos de cabida útil (112-m) transmitidos desde un transmisor (110-m) mediante una comunicación unidireccional a un receptor (120) en un intervalo de tiempo (T) por medio de una pluralidad de paquetes de datos de canal codificado (210-n) sin usar un canal de retorno, comprendiendo cada uno de los paquetes de datos de canal codificado los datos principales de paquete (212-n) que corresponden a una identificación de paquete que es diferente para cada paquete de datos, y estando codificados los datos principales de paquete (212-n) con un canal de código de redundancia superior que los datos de cabida útil (112-m), que comprende:

recibir la pluralidad de paquetes de datos de canal codificado (210-n) en el intervalo de tiempo (T);
 decodificar los datos principales de paquete (212-1) de un primer paquete de datos de canal codificado (210-1) del intervalo de tiempo (T); y

en el caso de fallo de la decodificación del primer paquete de datos de canal codificado (210-1), decodificar los datos principales de paquete (212-2) de al menos un segundo paquete de datos de canal codificado (210-2) del intervalo de tiempo (T) para determinar un paquete de datos de canal codificado adicional adecuado del intervalo de tiempo para combinación con el primer paquete de datos de canal codificado para obtener, debido a la combinación, una ganancia de código aumentada para decodificación de los datos de cabida útil, efectuándose dicha decodificación de los datos principales de paquete independientemente de un canal de retorno desde el receptor al transmisor sin provocar la transmisión repetida de un paquete de datos de canal codificado (210-2) en el caso de que la decodificación de los datos de cabida útil haya fallado;

caracterizado por que la decodificación de los datos principales de paquete (212-1) comprende determinar y utilizar información acerca de una desviación específica del transmisor ($|f_{c,nom} - f_{c,m}|$) de una frecuencia de transmisión real del transmisor (110-m) desde una frecuencia de transmisión nominal ($f_{c,nom}$) para decodificar los datos principales de paquete (212-2) del al menos segundo paquete de datos de canal codificado (210-2) del transmisor (110-m) y del intervalo de tiempo (T), de manera que los paquetes de datos de canal codificado recibidos con la desviación específica del transmisor ($|f_{c,nom} - f_{c,m}|$) pueden asociarse con el transmisor (110-m).

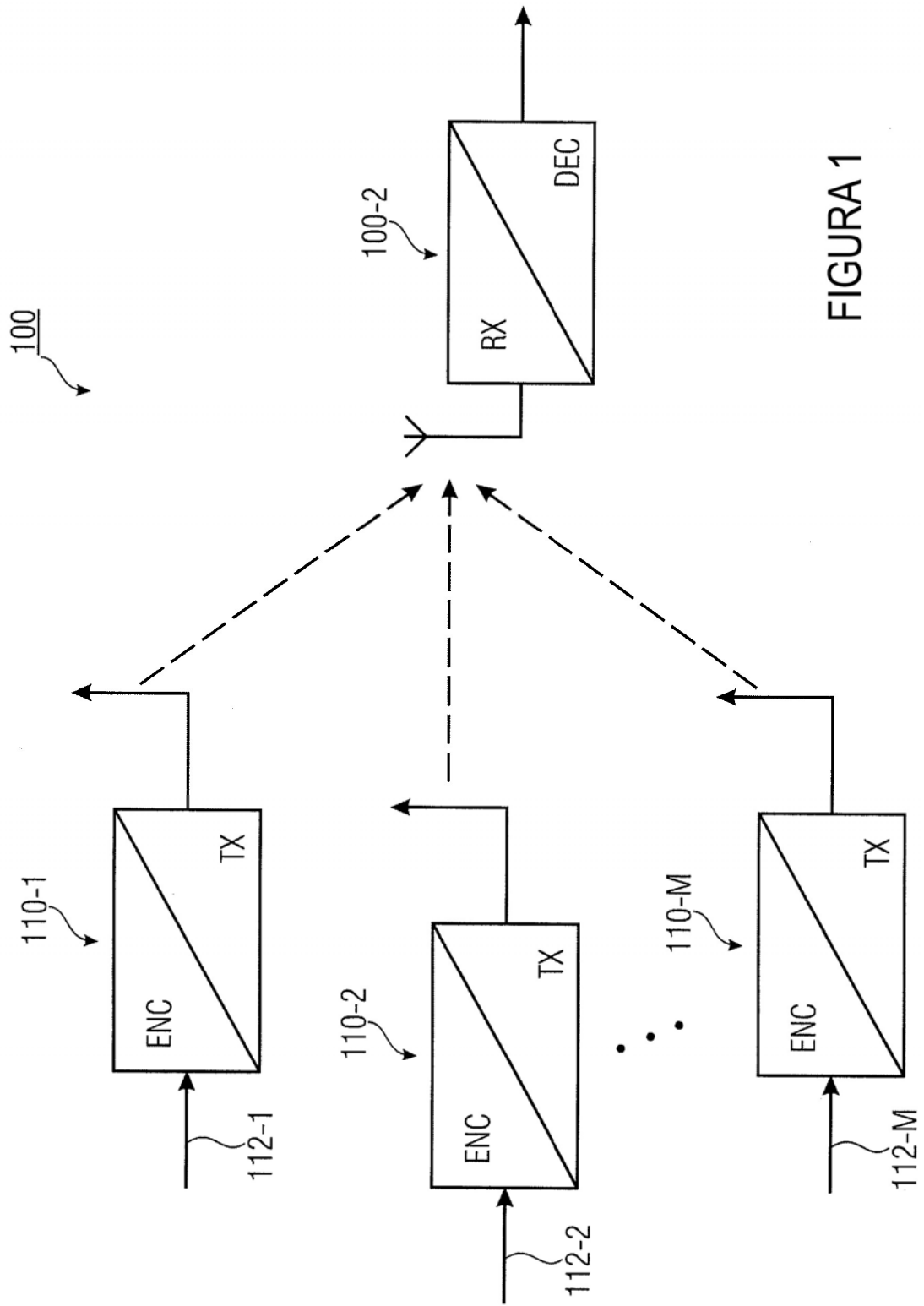


FIGURA 1

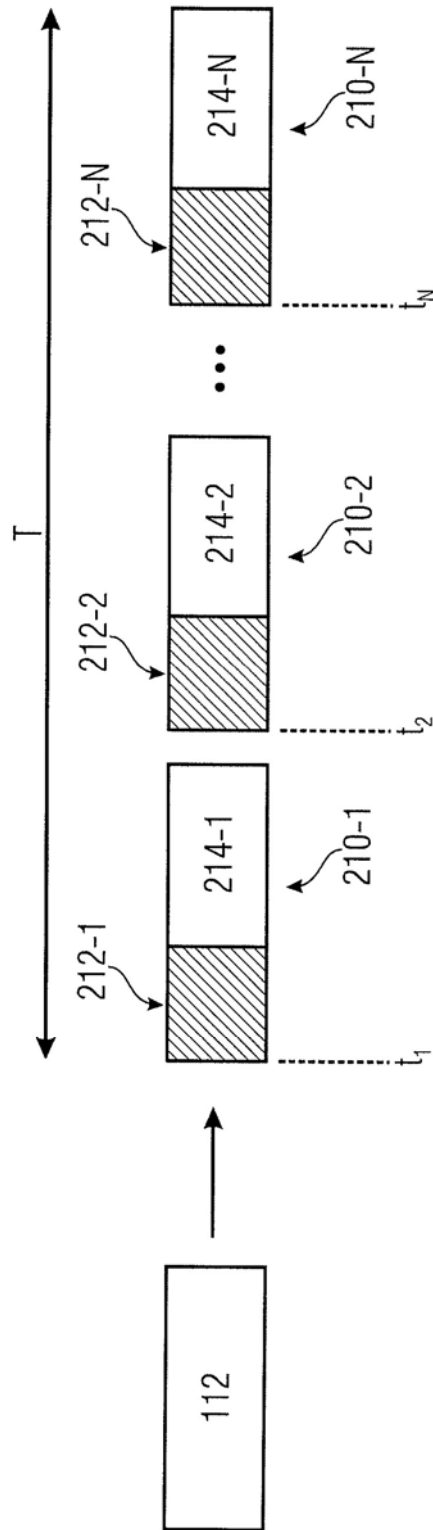


FIGURA 2

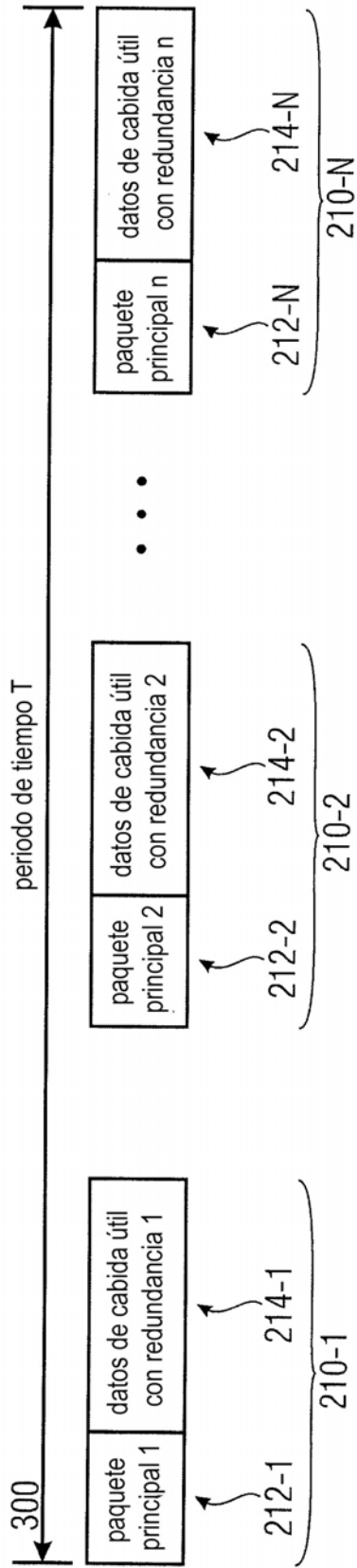


FIGURA 3A

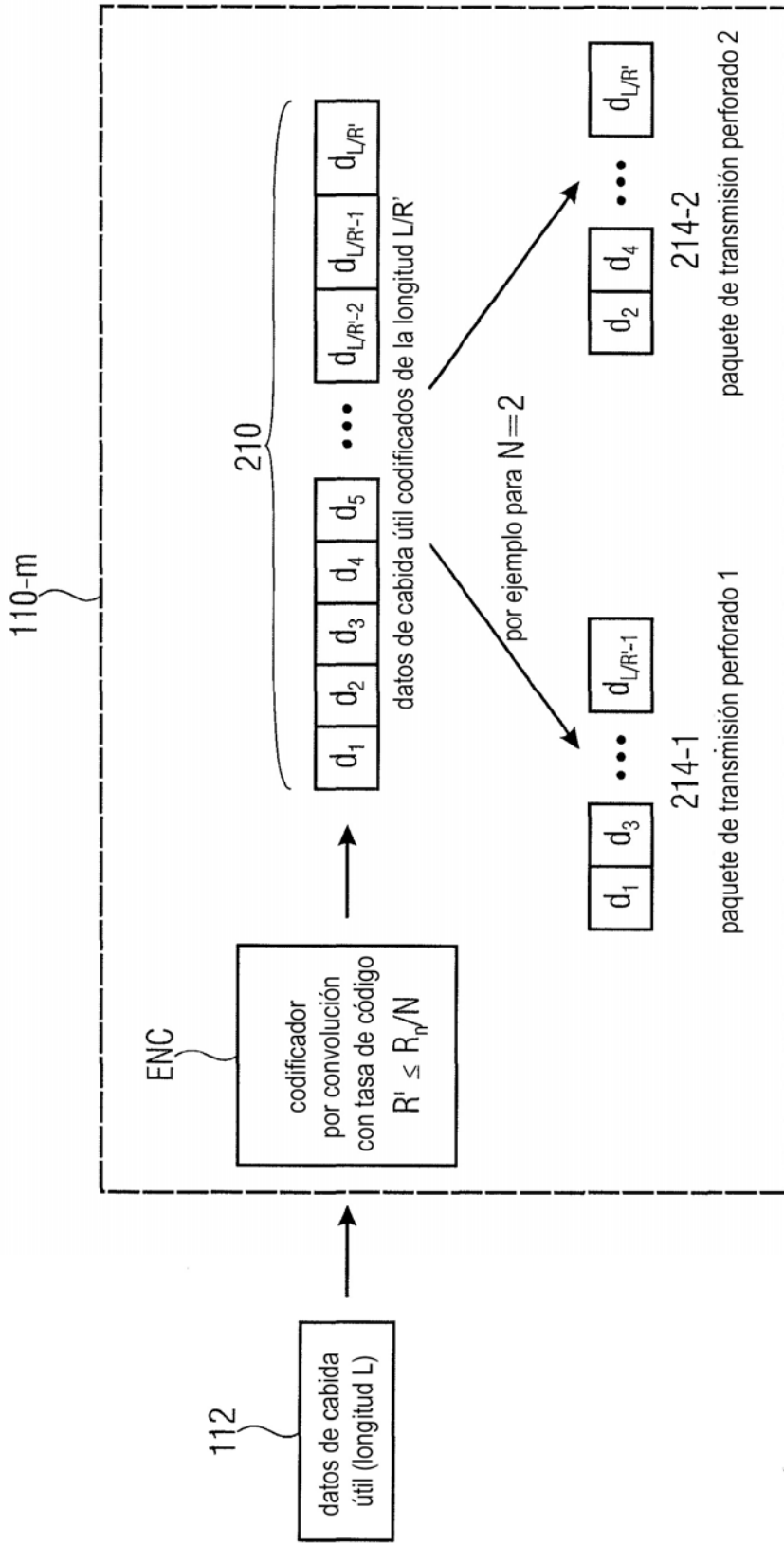


FIGURA 3B

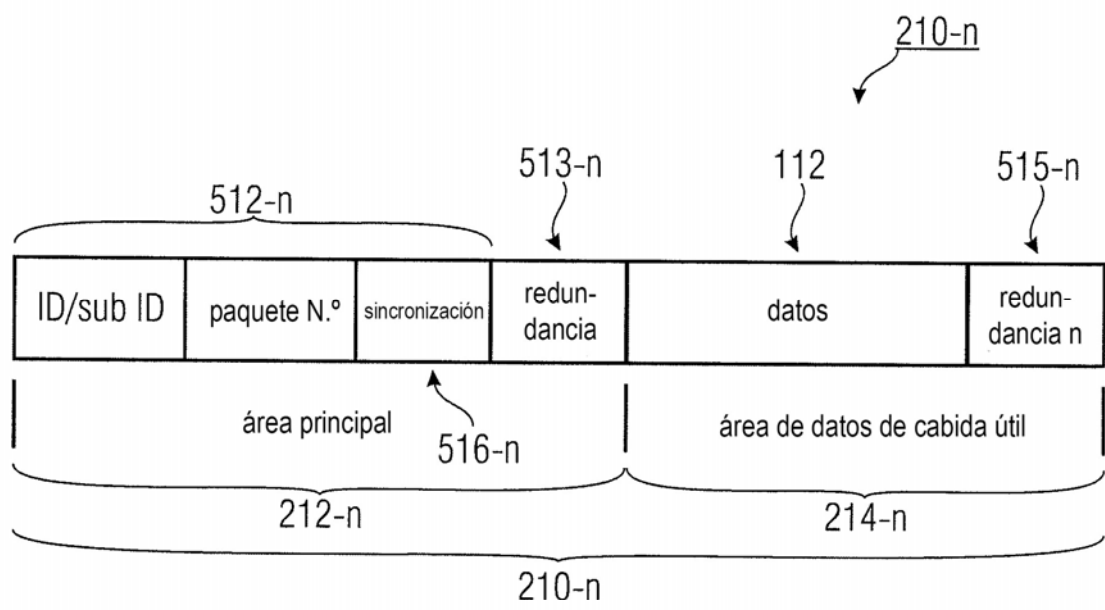


FIGURA 5

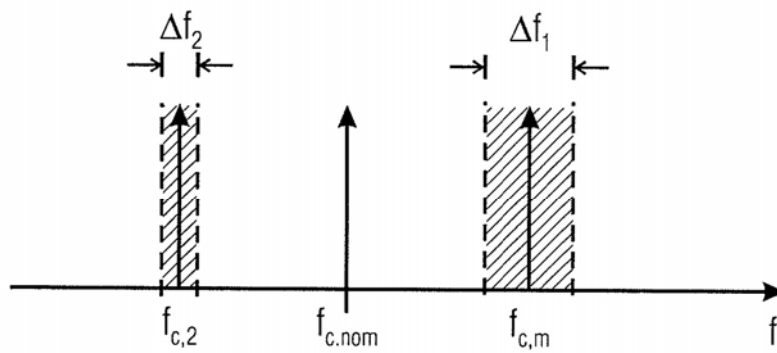


FIGURA 6