

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 994 383**

51 Int. Cl.:

H04W 56/00 (2009.01)

H04B 1/713 (2011.01)

H04Q 9/00 (2006.01)

H04W 4/80 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.02.2020** **PCT/EP2020/054979**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.09.2020** **WO20173976**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2020** **E 20707255 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2024** **EP 3932124**

54 Título: **Procedimiento para coordinar abonados en redes de sensores**

30 Prioridad:

28.02.2019 DE 102019202756

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.01.2025

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (50.00%)
Hansastr. 27c
80686 München, DE y
DIEHL METERING GMBH (50.00%)**

72 Inventor/es:

**KILIAN, GERD;
BERNHARD, JOSEF;
KAUPPERT, THOMAS;
PETKOV, HRISTO;
GOTTSCHALK, KLAUS;
WECHSLER, JOHANNES;
KNEISSL, JAKOB;
SOLLER, DOMINIK y
ERETH, STEFAN**

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 994 383 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para coordinar abonados en redes de sensores

- 5 **[0001]** Los ejemplos de realización de la presente invención se refieren a un sistema de comunicación inalámbrico con una pluralidad de abonados que transmiten de forma descoordinada y, en especial, a la transmisión de un mensaje de multidifusión (mensaje punto a multipunto) en un sistema de comunicación de este tipo. Algunos ejemplos de realización se refieren a un procedimiento para coordinar abonados en redes de sensores.
- 10 **[0002]** En las redes radioeléctricas típicas (o sistemas de comunicación inalámbricos), tales como, por ejemplo, GSM (GSM = Sistema Global para las Comunicaciones Móviles), hay una instancia de coordinación que pone a disposición de los abonados de la red radioeléctrica, si es necesario, recursos de radio que están disponibles exclusivamente para el abonado respectivo.
- 15 **[0003]** De este modo se puede garantizar que cada abonado pueda transmitir sus datos en un recurso de radio reservado exclusivamente para él. De este modo, se evitan interferencias entre los abonados de una red radioeléctrica y, por lo tanto, se maximiza el rendimiento.
- [0004]** La coordinación de los abonados en los recursos de radio en dichas redes radioeléctrica por lo general se realiza mediante las llamadas balizas (en inglés, *beacon*), a las que escuchan los abonados de la red radioeléctrica. La señalización de los recursos de radio en estas balizas requiere que todos los abonados los reciban y evalúen para poder recibir o enviar datos a continuación. Por lo tanto, el consumo de energía de un abonado que rara vez accede al canal es muy alto.
- 25 **[0005]** Por el contrario, otro enfoque es una red radioeléctrica no coordinada, donde los abonados transmiten sus datos al receptor en base a la competencia (en inglés, *contension based*). Por lo tanto, no es necesario recibir permanentemente una baliza que señalice cuándo y qué abonado puede transmitir en qué frecuencia. Esto reduce el consumo de energía de los abonados, ya que estos solo deben activarse cuando sea necesario.
- 30 **[0006]** Sin embargo, este procedimiento tiene la desventaja de que puede conducir a interferencias entre los abonados de la red radioeléctrica. Sin embargo, esta desventaja se puede reducir mediante el uso de «*Telegram Splitting Multiple Access*» (TSMA) [4], por lo que se pueden lograr rendimientos similares a los de un sistema coordinado.
- 35 **[0007]** En «*Telegram Splitting Multiple Access*» (TSMA), la transmisión de un mensaje (paquete de datos) se divide en una pluralidad de subpaquetes de datos cortos (ráfagas), entre los que se encuentran intervalos de tiempo diferentes y sin transmisión. A este respecto, los subpaquetes de datos están distribuidos según un principio pseudoaleatorio tanto a lo largo del tiempo como a través de los canales de frecuencia disponibles, como se muestra a modo de ejemplo en la fig. 1.
- 40 **[0008]** En detalle, la fig. 1 muestra en un diagrama una ocupación de una banda de frecuencia de un sistema de comunicación basado en TSMA durante la transmisión de un paquete de datos dividido entre una pluralidad de subpaquetes de datos 10, estando distribuida la pluralidad de subpaquetes de datos en el tiempo y la frecuencia. A este respecto, en la fig. 1, las ordenadas describen la frecuencia (canales de frecuencia) y las abscisas el tiempo. En otras palabras, la fig. 1 muestra el principio de la transmisión de datos según el procedimiento TSMA.
- 45 **[0009]** Se ha demostrado en [1] que con el procedimiento TSMA se puede lograr una mayor capacidad en la transmisión de datos que con la transmisión de un paquete de datos en un bloque coherente, es decir, sin división en subpaquetes de datos 10. Para obtener la mayor capacidad posible del sistema, se deben utilizar tantos patrones de salto de tiempo y/o frecuencia (en inglés, *hopping pattern*) diferentes como sea posible [3]. El número total de patrones de salto de tiempo y/o frecuencia utilizados debe ser finito a este respecto y derivarse de un stock conocido de antemano de patrones de salto de tiempo y/o frecuencia.
- 50 **[0010]** Mediante el acceso basado en la competencia al canal en momentos aleatorios se produce una transmisión asíncrona, como se muestra a modo de ejemplo en la fig. 2 para un sistema de comunicación sin TSMA.
- [0011]** En detalle, la fig. 2 muestra en un diagrama una ocupación de una banda de frecuencia de un sistema de comunicación basado en la competencia al transmitir varios mensajes de enlace ascendente 12 y varios mensajes de enlace descendente 14. A este respecto, en la fig. 2, las abscisas describen la frecuencia y las ordenadas el tiempo. En otras palabras, la fig. 2 muestra un esquema de un canal de transmisión en un sistema de comunicación no coordinado.
- 60 **[0012]** Por lo general, en un sistema de comunicación no coordinado, hay varios abonados (por ejemplo, puntos finales) que se comunican con una estación base. A este respecto, la transmisión de un mensaje de un abonado a la estación base es el enlace ascendente y, a la inversa, el enlace descendente.

[0013] Por razones de eficiencia energética, los abonados generalmente solo activan su módulo de recepción de envío cuando desean enviar un mensaje. Por lo tanto, no es posible la recepción de uno de los mensajes de enlace descendente 14, como se muestran en la fig. 2.

[0014] Para resolver este problema, se ha definido en [4] que el abonado espere un tiempo fijo después de emitir un mensaje de enlace ascendente para abrir una ventana de recepción de un mensaje de enlace descendente. Por lo tanto, la estación base solo puede enviar un mensaje de enlace descendente a este abonado en un momento determinado.

[0015] Típicamente, el enlace descendente a los abonados donde se utiliza la transmisión descoordinada se utiliza para mensajes que se deben transmitir a varios abonados, por ejemplo, actualizaciones de software o comandos de sincronización de tiempo.

[0016] Debido al enfoque de red asíncrono de [4] (acceso basado en la competencia), ahora se debe comunicar el mensaje de enlace descendente a cada abonado por separado. Esto supone un problema especialmente en las grandes redes radioeléctricas, donde hay muchos abonados, ya que en el caso de muchos abonados llevaría mucho tiempo hasta que todos los abonados hayan recibido los datos.

[0017] En los sistemas de comunicación coordinados, es posible señalar un mensaje de punto a multipunto (mensaje de multidifusión) desde la estación base a los abonados en una baliza (en inglés, *beacon*). Todos los abonados que han recibido la baliza también pueden recibir los recursos correspondientes del mensaje de multidifusión.

[0018] El documento DE 10 2016 220883 A1 se refiere a un procedimiento de transmisión para la transmisión inalámbrica de datos en un sistema de comunicación. El procedimiento comprende una etapa de la transmisión de los datos utilizando un patrón de salto de frecuencia y/o un patrón de salto de tiempo de forma sincronizada temporalmente a una señal de referencia.

[0019] El documento DE 10 2017 206258 A1 se refiere a un emisor que emite datos en forma de un grupo de al menos dos telegramas parciales, que en conjunto presentan los datos y que son más cortos que un solo telegrama que presenta los datos. El emisor emite el grupo de telegramas parciales según un patrón de salto que se refiere a los momentos y/o frecuencias de envío de la emisión de los telegramas parciales individuales. Además, el emisor emite el grupo de telegramas parciales varias veces y al menos dos veces. La invención también se refiere a un receptor y procedimientos correspondientes.

[0020] El documento WO 2019/015795 A1 se refiere a procedimientos para la distribución de datos, en particular datos de programa de actualización, en un sistema de comunicación.

[0021] El documento WO 2017/167366 A1 se refiere a un preámbulo optimizado y a un procedimiento para la detección de paquetes resistentes a las interferencias para aplicaciones de telemetría.

[0022] Por lo tanto, la presente invención tiene el objetivo de permitir la transmisión de un mensaje de punto a multipunto en un sistema de comunicación con una pluralidad de abonados que transmiten de forma descoordinada.

[0023] Este objetivo se soluciona mediante las reivindicaciones independientes.

[0024] Perfeccionamientos ventajosos se encuentran en las reivindicaciones dependientes.

[0025] Los ejemplos de realización crean un abonado de un sistema de comunicación, [donde el sistema de comunicación se comunica de forma inalámbrica en una banda de frecuencia [por ejemplo, banda ISM], que es utilizada por una pluralidad de sistemas de comunicación [por ejemplo, no coordinados entre sí], donde el abonado está configurado para enviar datos de forma descoordinada con respecto a otros abonados y/o una estación base del sistema de comunicación, donde el abonado está configurado para recibir un paquete de datos de sincronización de una transmisión de datos de punto a multipunto de una estación base del sistema de comunicación, donde el paquete de datos de sincronización se transmite en un rango de frecuencia predeterminado o conocido por el abonado de la banda de frecuencia del sistema de comunicación, donde el abonado está configurado para recibir, en base al paquete de datos de sincronización, un paquete de datos útiles de la transmisión de datos de punto a multipunto referenciado al paquete de datos de sincronización en el tiempo y/o frecuencia [por ejemplo, sincronizado; por ejemplo, enviado con un predeterminado intervalo de tiempo y/o frecuencia y/o patrón de salto de tiempo y/o patrón y/o patrón de salto de frecuencia].

[0026] En los ejemplos de realización, el paquete de datos útiles de la transmisión de datos de punto a multipunto se puede transmitir dividido entre una pluralidad de paquetes de datos útiles parciales, donde la pluralidad de paquetes de datos útiles parciales presentan respectivamente una parte del paquete de datos útiles, y donde la

pluralidad de paquetes de datos útiles parciales se transmiten conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia en el tiempo [por ejemplo, a través de varios intervalos de tiempo] y/o frecuencia [por ejemplo, a través de varios canales de frecuencia], donde el paquete de datos de sincronización presenta una información sobre el patrón de salto de tiempo y/o frecuencia, donde el abonado está configurado para recibir la pluralidad de paquetes de datos útiles parciales en base a la información sobre el patrón de salto de tiempo y/o frecuencia.

[0027] En los ejemplos de realización, la pluralidad de los paquetes de datos útiles parciales se puede transmitir conforme a un patrón de salto de frecuencia [por ejemplo, y opcionalmente un patrón de salto de tiempo], donde un ancho de banda de recepción de un receptor del abonado es al menos 5 veces [por ejemplo, 10] menor que un ancho de banda de la ocupación especificada por el patrón de salto de frecuencia [por ejemplo, de los canales de frecuencia] de la banda de frecuencia.

[0028] En los ejemplos de realización, el abonado puede estar configurado para conmutar una frecuencia de recepción del receptor del abonado en base al patrón de salto de frecuencia [por ejemplo, en los respectivos tiempos o intervalos de tiempo especificados por el patrón de salto de tiempo] a las respectivas frecuencias o canales de frecuencia especificados por el patrón de salto de frecuencia de la banda de frecuencia para recibir la pluralidad de los paquetes de datos útiles parciales.

[0029] En los ejemplos de realización, el paquete de datos de sincronización puede presentar una información de sincronización [por ejemplo, una secuencia de sincronización], donde el abonado está configurado para sincronizarse [por ejemplo, su reloj maestro y/o temporizador y/o transductor de frecuencia] con la información de sincronización.

[0030] En los ejemplos de realización, el abonado puede estar configurado para enviar una transmisión de datos de enlace ascendente a la estación base del sistema de comunicación y para recibir, de forma sincronizada temporalmente con la transmisión de datos de enlace ascendente enviada, una transmisión de datos de enlace descendente desde la estación base, donde la transmisión de datos de enlace descendente presenta una información de señalización, donde el abonado está configurado para recibir, en base a la información de señalización, el paquete de datos de sincronización de la transmisión de datos de punto a multipunto.

[0031] En los ejemplos de realización, la información de señalización puede presentar información sobre un momento [por ejemplo, intervalo de tiempo] de la transmisión del paquete de datos de sincronización.

[0032] En los ejemplos de realización, la información de señalización puede presentar una información sobre el rango de frecuencia donde se transmite el paquete de datos de sincronización [por ejemplo, de modo que por el abonado se conozca el rango de frecuencia].

[0033] En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de enlace descendente puede presentar además una información de corrección de reloj maestro para la corrección de una desviación de pulso de un reloj maestro del abonado, donde el abonado está configurado para corregir una desviación de pulso del reloj maestro en base a la información de corrección de reloj maestro.

[0034] En los ejemplos de realización, el paquete de datos de sincronización se puede emitir varias veces, de modo que una duración de la emisión múltiple del paquete de datos de sincronización sea mayor o igual que un desfase de tiempo máximo posible entre el abonado y la estación base.

[0035] Por ejemplo, un lapso de tiempo entre el inicio de la primera emisión y el inicio de la última emisión puede corresponder al menos al desfase de tiempo entre el punto final y la estación base.

[0036] En los ejemplos de realización, una ventana de recepción [por ejemplo, zona de búsqueda temporal] del abonado para recibir el paquete de datos de sincronización [por ejemplo, en caso de emisión simple o múltiple del paquete de datos de sincronización] puede ser mayor que un desfase de tiempo máximo posible entre el abonado y la estación base.

[0037] En los ejemplos de realización, el paquete de datos de sincronización puede emitirse varias veces, donde el abonado está configurado para recibir el paquete de sincronización utilizando al menos dos ventanas de recepción [por ejemplo, donde las dos ventanas de recepción son temporalmente más cortas que un desfase de tiempo máximo entre la estación base y el abonado], donde una distancia entre emisiones sucesivas de la emisión múltiple del paquete de datos de sincronización y una distancia entre las al menos dos ventanas de recepción del abonado son parcialmente ajenas.

[0038] En los ejemplos de realización, el paquete de datos de sincronización se puede emitir varias veces, donde una primera emisión del paquete de datos de sincronización y una segunda emisión del paquete de datos de sincronización son versiones desplazadas entre sí en el tiempo y/o frecuencia.

[0039] En los ejemplos de realización, el paquete de datos de sincronización se puede emitir repetidamente, donde las emisiones repetidas del paquete de datos de sincronización son periódicas, donde el abonado está configurado para recibir los paquetes de datos de sincronización aprovechando la periodicidad de las emisiones repetidas de los paquetes de datos de sincronización [por ejemplo, en base a una correlación cíclica].

5

[0040] En los ejemplos de realización, el paquete de datos de sincronización de la transmisión de datos de punto a multipunto se puede transmitir dividido en una pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales, donde la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales presentan respectivamente una parte del paquete de datos de sincronización, y donde la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales se transmiten distribuidos en el tiempo [por ejemplo, a través de varios intervalos de tiempo] y/o frecuencia [por ejemplo, a través de varios canales de frecuencia] conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia predeterminado o conocido por el abonado, donde el abonado está configurado para recibir la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales en base al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia predeterminado o conocido por el abonado,

10

[0041] En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de enlace descendente puede presentar una información sobre el patrón de salto de tiempo y/o frecuencia del paquete de datos de sincronización, [por ejemplo, de modo que por el abonado se conoce el patrón de salto de tiempo y/o frecuencia del paquete de datos de sincronización].

20

[0042] En los ejemplos de realización, la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales se puede transmitir conforme al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia del paquete de datos de sincronización dentro del rango de frecuencia predeterminado o conocido por el abonado, donde el rango de frecuencia predeterminado o conocido por el abonado comprende a lo sumo a un ancho de banda de recepción de un receptor del abonado.

25

[0043] En los ejemplos de realización, los paquetes de datos de sincronización parciales pueden estar codificados por canal, de modo que solo se requiere un subconjunto de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales para la decodificación exitosa del paquete de datos de sincronización, donde el abonado está configurado para recibir y decodificar al menos una parte de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales para obtener el paquete de datos de sincronización.

30

[0044] En los ejemplos de realización, el rango de frecuencia predeterminado o conocido por el abonado puede presentar uno o varios rangos de frecuencia parciales, donde el rango de frecuencia predeterminado o conocido por el abonado es más amplio que un ancho de banda de recepción de un receptor del abonado, donde conforme al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia del paquete de datos de sincronización por rango de frecuencia parcial dentro del rango de frecuencia predeterminado, se transmiten al menos tantos de la pluralidad de los paquetes de datos de sincronización parciales como sean necesarios para la decodificación exitosa del paquete de datos de sincronización, donde cada uno de los uno o varios rangos de frecuencia parciales corresponde como máximo al ancho de banda de recepción del receptor del abonado.

35

40

[0045] En los ejemplos de realización, la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales se puede emitir varias veces, de modo que una duración de la emisión múltiple de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales sea mayor o igual que un desfase de tiempo máximo posible entre el abonado y la estación base.

45

[0046] Por ejemplo, un lapso de tiempo entre el inicio de la primera emisión y el inicio de la última emisión puede corresponder al menos al desfase de tiempo entre el punto final y la estación base.

[0047] En los ejemplos de realización, una ventana de recepción del abonado para recibir la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales [por ejemplo, en caso de emisión simple o múltiple de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales] puede ser mayor que un desfase de tiempo máximo posible entre el abonado y la estación base.

50

[0048] En los ejemplos de realización, la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales se puede emitir varias veces, donde el abonado está configurado para recibir la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales utilizando al menos dos ventanas de recepción [por ejemplo, donde las dos ventanas de recepción son temporalmente más cortas que un desfase de tiempo máximo entre la estación base y el abonado], donde una distancia entre emisiones sucesivas de la emisión múltiple de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales y una distancia entre las al menos dos ventanas de recepción del abonado son primas entre sí.

55

[0049] En los ejemplos de realización, la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales se puede emitir repetidamente, donde una primera emisión de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales conforme al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia y una segunda emisión de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales conforme al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia son versiones desplazadas entre sí en el tiempo y/o frecuencia.

60

65

- [0050]** En los ejemplos de realización, la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales se puede emitir repetidamente, donde una primera emisión de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales conforme al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia se encuentra dentro de un primer rango de frecuencia parcial del rango de frecuencia predeterminado o conocido por el abonado, donde una segunda emisión de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales conforme al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia se encuentra dentro de un segundo rango de frecuencia parcial del rango de frecuencia predeterminado o conocido por el abonado, donde el primer rango de frecuencia parcial y el segundo rango de frecuencia parcial son diferentes.
- [0051]** En los ejemplos de realización, el primer rango de frecuencia parcial y el segundo rango de frecuencia parcial pueden estar separados entre sí en la frecuencia de tal manera que no sea posible una sincronización accidental al otro rango de frecuencia parcial predeterminado respectivo debido a un desplazamiento de frecuencia [por ejemplo, debido a desplazamientos de cristal de cuarzo del abonado o de la estación base].
- [0052]** En los ejemplos de realización, el patrón de salto de frecuencia puede indicar una ocupación de canales de frecuencia, donde los canales de frecuencia inmediatamente consecutivos indicados por el patrón de salto de frecuencia están separados en frecuencia entre sí de tal manera que estos no se solapan tampoco con desplazamiento de frecuencia.
- [0053]** En los ejemplos de realización, el patrón de salto de frecuencia puede indicar una ocupación de canales de frecuencia, donde la ocupación de canales de frecuencia indicada por el patrón de salto de frecuencia no presenta intervalos de frecuencia idénticos repetitivos entre canales de frecuencia inmediatamente consecutivos.
- [0054]** En los ejemplos de realización, el patrón de salto de tiempo puede indicar una ocupación de intervalos de tiempo, donde la ocupación de intervalos de tiempo indicada por el patrón de salto de tiempo no presenta lapsos de tiempo idénticos repetitivos entre intervalos de tiempo inmediatamente consecutivos.
- [0055]** En los ejemplos de ejecución, la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales se puede emitir repetidamente, donde una primera emisión de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales conforme al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia y una segunda emisión de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales conforme al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia están anidados entre sí [por ejemplo, de modo que los paquetes de datos de sincronización parciales de la primera emisión y la segunda transmisión se transmiten alternativamente [por ejemplo, lo que da como resultado implícitamente un patrón de salto que tiene un lapso de tiempo conforme al número de repeticiones]].
- [0056]** Por ejemplo, el patrón de salto se puede seleccionar de modo que sea posible el anidamiento anterior.
- [0057]** En los ejemplos de realización, una primera emisión de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales conforme al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia y una segunda emisión de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales conforme al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia pueden ser versiones desplazadas entre sí en la frecuencia y/o el tiempo.
- [0058]** En los ejemplos de realización, la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales se puede enviar repetidamente, donde las emisiones repetidas de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales son periódicas, donde el abonado está configurado para recibir la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales aprovechando la periodicidad de las emisiones repetidas de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales [por ejemplo, en base a una correlación cíclica].
- [0059]** En los ejemplos de realización, el abonado puede estar configurado para recibir la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales aprovechando la periodicidad de las emisiones repetidas de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales en base a una correlación cíclica en el nivel de sincronización parcial.
- [0060]** En los ejemplos de realización, un número de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales puede depender de una tasa de código de una protección contra errores del paquete de datos útiles de la transmisión de datos de punto a multipunto.
- [0061]** En los ejemplos de ejecución, los [por ejemplo, todos] paquetes de datos de sincronización parciales de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales pueden ser simbólicamente idénticos.
- [0062]** En los ejemplos de ejecución, el paquete de datos de sincronización [por ejemplo, la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales] y el paquete de datos útiles de la transmisión de datos de punto a multipunto pueden estar codificados con el mismo código de protección contra errores.
- [0063]** En los ejemplos de realización, el paquete de datos de sincronización [por ejemplo, la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales] y el paquete de datos útiles de la transmisión de datos de punto a

multipunto pueden estar codificados con códigos de protección de errores de rendimiento comparable.

[0064] En los ejemplos de realización, el rango de frecuencia predeterminado o conocido por el abonado puede comprender al menos un canal de frecuencia de la banda de frecuencia.

[0065] En los ejemplos de realización, el rango de frecuencia predeterminado o conocido por el abonado puede comprender una pluralidad de canales de frecuencia de la banda de frecuencia, donde al menos dos canales de frecuencia de la pluralidad de canales de frecuencia están a lo sumo tan separados que los dos canales de frecuencia están dentro de un ancho de banda de frecuencia que corresponde a un ancho de banda de recepción de un receptor del abonado.

[0066] En los ejemplos de realización, un receptor del abonado puede presentar un ancho de banda de recepción que corresponde a un ancho de banda de dos a diez [por ejemplo, de dos a cuatro] canales de frecuencia inmediatamente adyacentes donde se divide la banda de frecuencia del sistema de comunicación.

[0067] En los ejemplos de realización, un receptor del abonado puede presentar un ancho de banda de recepción de 250 kHz [por ejemplo, o 100 kHz] o menos.

[0068] En los ejemplos de ejecución, el abonado puede estar configurado para enviar datos de forma asíncrona a otros abonados [por ejemplo, a la estación base] del sistema de comunicación.

[0069] Por ejemplo, el abonado puede estar configurado para enviar la transmisión de datos del enlace ascendente de forma asíncrona a la estación base.

[0070] En los ejemplos de realización, el abonado puede estar configurado para enviar la transmisión de datos del enlace ascendente a la estación base en un momento aleatorio o pseudoaleatorio.

[0071] En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de enlace ascendente puede presentar una pluralidad de subpaquetes de datos que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia.

[0072] Por ejemplo, la transmisión de datos de enlace ascendente puede ser una transmisión de datos basada en la división de telegramas. En una transmisión de datos basada en la división de telegramas, los datos a transmitir [por ejemplo, datos útiles (codificados) de la capa física] se dividen en una pluralidad de subpaquetes de datos, de modo que la pluralidad de subpaquetes de datos solo presenta una parte de los datos a transmitir, de modo que la pluralidad de subpaquetes de datos no se transmiten de forma coherente, sino que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia.

[0073] En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de enlace descendente puede presentar una pluralidad de subpaquetes de datos que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia.

[0074] Por ejemplo, la transmisión de datos de enlace descendente puede ser una transmisión de datos basada en la división de Telegram. En una transmisión de datos basada en la división de telegramas, los datos a transmitir [por ejemplo, datos útiles (codificados) de la capa física] se dividen en una pluralidad de subpaquetes de datos, de modo que la pluralidad de subpaquetes de datos solo presenta una parte de los datos a transmitir, de modo que la pluralidad de subpaquetes de datos no se transmiten de forma coherente, sino que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia.

[0075] En los ejemplos de realización, el abonado puede ser un nodo sensor o un nodo actuador.

[0076] En los ejemplos de realización, el abonado puede estar operado por batería.

[0077] En los ejemplos de realización, el abonado puede presentar un elemento de recolección de energía para la generación de energía eléctrica.

[0078] Otros ejemplos de realización crean una estación base de un sistema de comunicación, [donde el sistema de comunicación se comunica de forma inalámbrica en una banda de frecuencia [por ejemplo, banda ISM], que es utilizada por una pluralidad de sistemas de comunicación [por ejemplo, no coordinados entre sí], donde la estación base está configurada para enviar una transmisión de datos de punto a multipunto a abonados del sistema de comunicación que transmiten de forma no coordinada, donde la transmisión de datos de punto a multipunto presenta un paquete de datos de sincronización y un paquete de datos útiles referenciado al paquete de datos de sincronización en el tiempo y/o frecuencia [por ejemplo, sincronizado; por ejemplo, enviado con un intervalo de tiempo y/o frecuencia predeterminado y/o patrón de salto de tiempo y/o patrón de salto de frecuencia], donde el paquete de datos de sincronización se transmite en un rango de frecuencia predeterminado o conocido por los abonados de la

banda de frecuencia del sistema de comunicación.

[0079] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para transmitir el paquete de datos útiles de la transmisión de datos de punto a multipunto dividido en una pluralidad de paquetes de datos útiles parciales, donde la pluralidad de paquetes de datos útiles parciales presentan respectivamente una parte del paquete de datos útiles, y donde la pluralidad de paquetes de datos útiles parciales se transmiten conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia distribuidos en el tiempo [por ejemplo, a través de varios intervalos de tiempo] y/o frecuencia [por ejemplo, a través de varios canales de frecuencia], donde la estación base está configurada para proveer el paquete de datos de sincronización con una información sobre el patrón de salto de tiempo y/o frecuencia.

[0080] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para transmitir la pluralidad de los paquetes de datos útiles parciales conforme a un patrón de salto de frecuencia [por ejemplo, y opcionalmente un patrón de salto de tiempo], donde un ancho de banda de la ocupación especificada por el patrón de salto de frecuencia [por ejemplo, de los canales de frecuencia] de la banda de frecuencia es al menos 5 veces [por ejemplo, 10 veces] menor que los anchos de banda de recepción de los receptores de los abonados.

[0081] En los ejemplos de ejecución, la estación base puede estar configurada para proveer el paquete de datos de sincronización con una información de sincronización [por ejemplo, una secuencia de sincronización] para la sincronización de los abonados.

[0082] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para recibir una transmisión de datos de enlace ascendente de uno de los abonados y para enviar una transmisión de datos de enlace descendente al abonado de forma sincronizada temporalmente con la transmisión de datos de enlace ascendente, donde la transmisión de datos de enlace descendente presenta una información de señalización, donde la información de señalización señala el paquete de datos de sincronización.

[0083] En los ejemplos de realización, la información de señalización puede presentar información sobre un momento [por ejemplo, intervalo de tiempo] de la transmisión del paquete de datos de sincronización.

[0084] En los ejemplos de realización, la información de señalización puede presentar una información sobre el rango de frecuencia donde se transmite el paquete de datos de sincronización [por ejemplo, de modo que por el abonado se conozca el rango de frecuencia].

[0085] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para determinar, en base a la transmisión de datos del enlace ascendente, una desviación de pulso de un reloj maestro [por ejemplo, desviación de un pulso del reloj maestro de un pulso de referencia] del abonado, donde la información sobre el tiempo o la frecuencia de la transmisión de datos de punto a multipunto, que presenta la información de señalización, tenga en cuenta la desviación de pulso del reloj maestro del abonado [por ejemplo, de tal manera que se compense la desviación de pulso del reloj maestro].

[0086] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para determinar, en base a la transmisión de datos de enlace ascendente, una desviación de pulso de un reloj maestro [por ejemplo, desviación de un pulso del reloj maestro de un pulso de referencia] del abonado, donde la estación base está configurada para proveer la transmisión de enlace descendente además con una información de corrección de reloj maestro para la corrección de la desviación de pulso del reloj maestro del abonado.

[0087] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para emitir el paquete de datos de sincronización varias veces, de modo que una duración de la emisión múltiple del paquete de datos de sincronización sea mayor o igual que un desfase de tiempo máximo posible entre el abonado y la estación base.

[0088] Por ejemplo, la estación base puede estar configurada para emitir el paquete de datos de sincronización tantas veces y/o para seleccionar una distancia entre los paquetes de datos de sincronización de modo que un lapso de tiempo entre el inicio de la primera emisión del paquete de datos de sincronización y el inicio de la última emisión del paquete de datos de sincronización corresponda al menos al desfase de tiempo entre el punto final y la estación base.

[0089] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para emitir el paquete de datos de sincronización varias veces, donde una primera emisión del paquete de datos de sincronización y una segunda transmisión del paquete de datos de sincronización son versiones desplazadas entre sí en el tiempo y/o frecuencia.

[0090] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para emitir repetidamente el paquete de datos de sincronización, donde son periódicas las emisiones repetidas del paquete de datos de sincronización.

[0091] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para transmitir el paquete de

datos de sincronización de la transmisión de datos de punto a multipunto dividido en una pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales, donde la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales presentan respectivamente una parte del paquete de datos de sincronización, y donde la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales se transmiten distribuidos en el tiempo [por ejemplo, a través de varios intervalos de tiempo]
 5 y/o frecuencia [por ejemplo, a través de varios canales de frecuencia] conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia predeterminado o conocido por el abonado.

[0092] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para proveer la transmisión de datos de enlace descendente según la reivindicación 41 con una información sobre el patrón de salto de tiempo y/o
 10 frecuencia del paquete de datos de sincronización.

[0093] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para transmitir la pluralidad de los paquetes de datos de sincronización parciales conforme al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia del paquete de datos de sincronización dentro del rango de frecuencia predeterminado o conocido por los abonados, donde el
 15 rango de frecuencia predeterminado o conocido por los abonados corresponde como máximo a un ancho de banda de recepción de los receptores de los abonados.

[0094] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para codificar por canal los paquetes de datos de sincronización parciales, de modo que solo se requiere un subconjunto de la pluralidad de
 20 paquetes de datos de sincronización parciales para la decodificación exitosa del paquete de datos de sincronización.

[0095] En los ejemplos de realización, el rango de frecuencia predeterminado o conocido por los abonados puede presentar uno o varios rangos de frecuencia parciales.

[0096] En los ejemplos de realización, el rango de frecuencia predeterminado o conocido por los abonados puede ser más amplio que un ancho de banda de recepción de los receptores de los abonados, donde la estación base está configurada para transmitir conforme al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia del paquete de datos de sincronización por rango de frecuencia parcial dentro del rango de frecuencia predeterminado al menos tantos de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales como sean necesarios para la decodificación exitosa del
 30 paquete de datos de sincronización, donde cada uno de los uno o varios rangos de frecuencia parcial corresponde como máximo al ancho de banda de recepción de los receptores de los abonados.

[0097] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para emitir la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales varias veces, de modo que una duración de la emisión múltiple de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales sea mayor o igual que un desfase de tiempo máximo posible entre los abonados y la estación base.
 35

[0098] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para emitir la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales varias veces, donde una distancia entre emisiones sucesivas de la emisión múltiple de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales y una distancia entre ventanas de recepción, en base a las cuales los abonados reciben la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales, son primas entre sí.
 40

[0099] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para emitir repetidamente la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales, donde una primera emisión de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales según el patrón de salto de tiempo y/o frecuencia y una segunda emisión de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales conforme al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia son versiones desplazadas entre sí en el tiempo.
 45

[0100] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para emitir repetidamente la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales, donde una primera emisión de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales conforme al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia se encuentra dentro de un primer rango de frecuencia parcial del rango de frecuencia predeterminado o conocido por los abonados, donde una segunda emisión de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales conforme al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia se encuentra dentro de un segundo rango de frecuencia parcial del rango de frecuencia predeterminado o conocido por los abonados, donde el primer rango de frecuencia parcial y el segundo rango de frecuencia parcial son diferentes.
 50
 55

[0101] En los ejemplos de realización, el primer rango de frecuencia parcial y el segundo rango de frecuencia parcial pueden estar separados entre sí en la frecuencia de tal manera que no sea posible una sincronización accidental al otro rango de frecuencia parcial predeterminado respectivo debido a un desplazamiento de frecuencia.
 60

[0102] En los ejemplos de realización, el patrón de salto de frecuencia puede indicar una ocupación de canales de frecuencia, donde los canales de frecuencia inmediatamente consecutivos indicados por el patrón de salto de frecuencia están separados en frecuencia entre sí de tal manera que estos no se solapan tampoco con desplazamiento
 65

de frecuencia.

[0103] En los ejemplos de realización, el patrón de salto de frecuencia puede indicar una ocupación de canales de frecuencia, donde la ocupación de canales de frecuencia indicada por el patrón de salto de frecuencia no presenta intervalos de frecuencia idénticos repetitivos entre canales de frecuencia inmediatamente consecutivos.

[0104] En los ejemplos de realización, el patrón de salto de tiempo puede indicar una ocupación de intervalos de tiempo, donde la ocupación de intervalos de tiempo indicada por el patrón de salto de tiempo no presenta lapsos de tiempo idénticos repetitivos entre intervalos de tiempo inmediatamente consecutivos.

[0105] En los ejemplos de ejecución, la estación base puede estar configurada para emitir repetidamente la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales, donde una primera emisión de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales conforme al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia y una segunda emisión de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales conforme al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia están anidadas entre sí [por ejemplo, de modo que se transmiten alternativamente los paquetes de datos de sincronización parciales de la primera transmisión y de la segunda transmisión].

[0106] En los ejemplos de realización, una primera emisión de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales conforme al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia y una segunda emisión de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales conforme al patrón de salto de tiempo y/o frecuencia pueden ser versiones desplazadas entre sí en la frecuencia y/o el tiempo.

[0107] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para emitir repetidamente la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales, donde son periódicas las emisiones repetidas de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales.

[0108] En los ejemplos de realización, un número de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales puede depender de una tasa de código de una protección contra errores del paquete de datos útiles de la transmisión de datos de punto a multipunto.

[0109] En los ejemplos de ejecución, los [por ejemplo, todos] paquetes de datos de sincronización parciales de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales pueden ser simbólicamente idénticos.

[0110] En los ejemplos de ejecución, el paquete de datos de sincronización [por ejemplo, la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales] y el paquete de datos útiles de la transmisión de datos de punto a multipunto pueden estar codificados con el mismo código de protección contra errores.

[0111] En los ejemplos de realización, el paquete de datos de sincronización [por ejemplo, la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales] y el paquete de datos útiles de la transmisión de datos de punto a multipunto pueden estar codificados con códigos de protección de errores de rendimiento comparable.

[0112] Otros ejemplos de realización crean un procedimiento para el funcionamiento de un abonado que transmite de forma no coordinada de un sistema de comunicación. El procedimiento comprende una etapa de la recepción de un paquete de datos de sincronización de una transmisión de datos de punto a multipunto de una estación base del sistema de comunicación, donde el paquete de datos de sincronización se transmite en un rango de frecuencia predeterminado o conocido por el abonado de la banda de frecuencia del sistema de comunicación. Además, el procedimiento comprende una etapa de la recepción, en base al paquete de datos de sincronización, de un paquete de datos útiles de la transmisión de datos de punto a multipunto referenciado al paquete de datos de sincronización en el tiempo y/o frecuencia [por ejemplo, sincronizado; por ejemplo, enviado con un intervalo de tiempo y/o frecuencia predeterminado].

[0113] Otros ejemplos de realización crean un procedimiento para el funcionamiento de una estación base de un sistema de comunicación. El procedimiento comprende una etapa del envío de una transmisión de datos de punto a multipunto a una pluralidad de abonados del sistema de comunicación que transmiten de forma no coordinada, donde la transmisión de datos de punto a multipunto presenta un paquete de datos de sincronización y un paquete de datos útil referenciado al paquete de datos de sincronización en el tiempo y/o frecuencia [por ejemplo, sincronizado; por ejemplo, enviado con un intervalo de tiempo y/o frecuencia predeterminado y/o patrón de salto de tiempo y/o patrón de salto de frecuencia], donde el paquete de datos de sincronización se transmite en un rango de frecuencia predeterminado o conocido por los abonados de la banda de frecuencia del sistema de comunicación.

[0114] Ejemplos de realización de la presente invención se describen con más detalle en referencia a las figuras adjuntas. Muestran:

Fig. 1: en un diagrama una ocupación de una banda de frecuencia de un sistema de comunicación basado en TSMA

durante la transmisión de un paquete de datos dividido entre una pluralidad de subpaquetes de datos, donde la pluralidad de subpaquetes de datos está distribuida en el tiempo y la frecuencia,

Fig. 2: en un diagrama una ocupación de una banda de frecuencia de un sistema de comunicación basado en la competencia al transmitir varios mensajes de enlace ascendente y varios mensajes de enlace descendente,

5 Fig. 3: una vista esquemática de un sistema de comunicación con una estación base y uno o más abonados, así como dos otros sistemas de comunicación, según un ejemplo de realización de la presente invención,

Fig. 4: un diagrama de bloques esquemático de la estación base y de uno de los abonados del sistema de comunicación mostrado en la fig. 3, según un ejemplo de realización de la presente invención,

Fig. 5: en un diagrama una ocupación de una banda de frecuencia del sistema de comunicación al llevar a cabo varias transmisiones de datos de enlace ascendente y transmisiones de datos de enlace descendente entre la estación base y varios de los abonados, así como una transmisión de datos de punto a multipunto desde la estación base a varios de los abonados, según un ejemplo de realización de la presente invención,

Fig. 6: un diagrama de bloques esquemático de un abonado y una estación base, según un ejemplo de realización de la presente invención,

15 Fig.7: en un diagrama una ocupación de la banda de frecuencia del sistema de comunicación al llevar a cabo una transmisión de datos de enlace ascendente, una transmisión de datos de enlace descendente y una transmisión de datos de punto a multipunto, según un ejemplo de realización de la presente invención,

Fig. 8: en un diagrama una ocupación de la banda de frecuencia del sistema de comunicación al llevar a cabo una primera transmisión de datos de enlace ascendente, una primera transmisión de datos de enlace descendente, una segunda transmisión de datos de enlace ascendente, una segunda transmisión de datos de enlace descendente y una transmisión de datos de punto a multipunto, según un ejemplo de realización de la presente invención,

20 Fig.9: en un diagrama una ocupación de la banda de frecuencia del sistema de comunicación al llevar a cabo una transmisión de datos de enlace ascendente, una transmisión de datos de enlace descendente, una transmisión de una baliza de soporte como una transmisión de datos adicional y una transmisión de datos de punto a multipunto, según un ejemplo de realización de la presente invención,

Fig. 10: un diagrama de bloques esquemático de un abonado y una estación base, según un ejemplo de realización de la presente invención,

Fig. 11: una ocupación de la banda de frecuencia del sistema de comunicación durante la transmisión de una transmisión de datos de punto a multipunto con un paquete de datos de sincronización y un paquete de datos útiles, donde el paquete de datos útiles se divide entre una pluralidad de paquetes de datos útiles parciales, según un ejemplo de realización de la presente invención,

Fig. 12: en un diagrama una ocupación de la banda de frecuencia del sistema de comunicación durante la transmisión de una transmisión de datos de punto a multipunto con un paquete de datos de sincronización y un paquete de datos útiles, donde el paquete de datos de sincronización se divide entre una pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales y el paquete de datos útiles se divide entre una pluralidad de paquetes de datos útiles parcial, según un ejemplo de realización de la presente invención,

Fig. 13: una ocupación del rango de frecuencia predeterminado durante la emisión repetida del paquete de datos de sincronización, donde el paquete de datos de sincronización se divide entre una pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales que se transmiten distribuidos conforme a un patrón de salto de tiempo y frecuencia en el rango de frecuencia predeterminado, según un ejemplo de realización de la presente invención,

Fig. 14: una ocupación de la banda de frecuencia del sistema de comunicación durante la transmisión de una transmisión de datos de punto a multipunto con una pluralidad de paquetes de datos útiles parciales y una emisión repetida de paquetes de datos de sincronización parciales en diferentes rangos de frecuencia parciales del rango de frecuencia predeterminado, según un ejemplo de realización de la presente invención,

Fig. 15: una ocupación de la banda de frecuencia del sistema de comunicación durante la transmisión de una transmisión de datos de punto a multipunto con una pluralidad de paquetes de datos útiles parciales y una emisión repetida de paquetes de datos de sincronización parciales, donde las emisiones repetidas de paquetes de datos de sincronización parciales están anidadas entre sí, según un ejemplo de realización de la presente invención,

Fig. 16: en un diagrama una ocupación del rango de frecuencia predeterminado para una emisión periódica de paquetes de datos de sincronización parciales, así como una ventana de recepción del receptor del abonado para la recepción de los paquetes de datos de sincronización parciales, según un ejemplo de realización de la presente invención,

Fig. 17: en un diagrama una ocupación del rango de frecuencia predeterminado en caso de una emisión periódica de paquetes de datos de sincronización parciales, así como una ventana de recepción del receptor del abonado para la recepción de los paquetes de datos de sincronización parciales, donde una longitud de la ventana de recepción corresponde a una longitud de cuatro paquetes de datos de sincronización parciales, según un ejemplo de realización de la presente invención,

Fig. 18: en un diagrama una ocupación del rango de frecuencia predeterminado en caso de una emisión repetida de paquetes de datos de sincronización parciales, así como dos ventanas de recepción del receptor del abonado para la recepción de los paquetes de datos de sincronización parciales, donde las emisiones repetidas de los paquetes de datos de sincronización parciales son versiones desplazadas entre sí en el tiempo y la frecuencia, según un ejemplo de realización de la presente invención,

Figura 19: un diagrama de flujo de un procedimiento para el funcionamiento de un abonado que transmite de forma no coordinada de un sistema de comunicación, según un ejemplo de realización de la presente invención, y

Fig. 20: un diagrama de flujo de un procedimiento para el funcionamiento de una estación base de un sistema de

comunicación, según un ejemplo de realización de la presente invención.

[0115] En la descripción siguiente de los ejemplos de realización de la presente invención, en las figuras elementos iguales o de igual efecto se proveen con las mismas referencias, de modo que su descripción se puede intercambiar entre sí

[0116] Antes de describir con más detalle ejemplos de realización detallados de un abonado (por ejemplo, punto final) y una estación base, primero se explica con más detalle el sistema de comunicación subyacente donde se pueden utilizar el abonado o la estación base en base a las fig. 3 y 4.

[0117] La fig. 3 muestra una vista esquemática de un sistema de comunicación 100, así como de otros dos sistemas de comunicación 101 y 102, según un ejemplo de realización de la presente invención.

[0118] El sistema de comunicación 100 puede presentar una estación base 104 (u opcionalmente varias estaciones base) y uno o varios abonados (por ejemplo, puntos finales) 106_1-106_n, donde n es un número natural mayor que uno. En el ejemplo de realización mostrado en la fig. 3, el sistema de comunicación 100 presenta para la ilustración cinco abonados 106_1-106_5, sin embargo, el sistema de comunicación 104_1 puede presentar igualmente 1, 10, 100, 1.000, 10.000 o incluso 100.000 abonados.

[0119] El sistema de comunicación 100 puede estar configurado para comunicarse de forma inalámbrica en una banda de frecuencia (por ejemplo, una banda de frecuencia sin licencia y/o sin autorización, tal como, por ejemplo, la banda ISM), que es utilizada para la comunicación por una pluralidad de sistemas de comunicación no coordinados entre sí, como se indica a modo de ejemplo en la fig. 3 por los otros sistemas de comunicación 101 y 102.

[0120] A este respecto, la banda de frecuencia utilizada por el sistema de comunicación 100 puede presentar un ancho de banda esencialmente mayor (por ejemplo, al menos el 5 (o 10) veces) que el filtro de recepción de los receptores (receptores o transceptores) de los abonados 106_1-106_n.

[0121] Los abonados 106_1-106_n del sistema de comunicación 100 pueden estar configurados para enviar datos de forma no coordinada (por ejemplo, y asíncrona) en relación con otros abonados y/o la estación base 104 del sistema de comunicación 100. Por ejemplo, los abonados 106_1-106_n pueden estar configurados para enviar datos a intervalos aproximados predeterminados (por ejemplo, cada hora, diariamente, semanalmente, semestralmente, anualmente, etc.) o en respuesta a un evento externo (por ejemplo, desviación de un valor del sensor de un valor de consigna). En este caso, el propio abonado puede determinar el momento de envío exacto y/o la frecuencia exacta o el canal de frecuencia exacto de la banda de frecuencia para la transmisión de los datos. El abonado respectivo envía los datos en este caso independientemente de si otro abonado y/o la estación base 104 transmiten datos en el mismo momento o solapándose en el tiempo y/o en la misma frecuencia o el mismo canal de frecuencia de la banda de frecuencia.

[0122] La transmisión de datos (por ejemplo, un paquete de datos) desde uno de los abonados 106_1-106_n, por ejemplo, desde el abonado 106_1, a la estación base 104 se denomina en este caso como transmisión de datos de enlace ascendente, mientras que la transmisión de datos desde la estación base 104 a uno de los abonados 106_1-106_n, por ejemplo, al abonado 106_1, se denomina transmisión de datos de enlace descendente. Por lo tanto, la transmisión de datos de enlace ascendente designa (o comprende) la transmisión de un paquete de datos de enlace ascendente (o un mensaje de enlace ascendente) desde el respectivo abonado a la estación base 104, mientras que la transmisión de datos de enlace descendente designa (o comprende) la transmisión de un paquete de datos de enlace descendente (o un mensaje de enlace descendente) desde la estación base 104 al respectivo abonado.

[0123] Dado que la transmisión de datos de enlace ascendente del respectivo abonado 106_1-106_n se realiza de forma no coordinada y la unidad emisora-receptora (transceptor) del respectivo abonado 106_1-106_n por lo general solo se activa para la transmisión de datos, la transmisión de datos de enlace descendente al respectivo abonado se realiza de forma sincroniza temporalmente con la transmisión de datos de enlace ascendente, es decir, después de un tiempo y/o frecuencia predeterminados después de la transmisión de datos de enlace ascendente, el respectivo abonado activa su unidad emisora-receptora (transceptor) durante un intervalo de tiempo predeterminado (ventana de recepción) para recibir la transmisión de datos de enlace descendente que se envía desde la estación base 104 reaccionando (por ejemplo, en respuesta a) a la transmisión de datos de enlace ascendente exactamente dentro de este intervalo de tiempo. Opcionalmente, la transmisión de datos de enlace descendente al respectivo abonado también puede estar sincronizada en frecuencia con la respectiva transmisión de datos de enlace ascendente, tal como, por ejemplo, en la misma frecuencia (en el mismo canal de frecuencia) o con un intervalo de frecuencia predeterminado.

[0124] Esto tiene la ventaja de que los abonados 106_1-106_n solo tienen que activar sus unidades emisoras-receptoras (transceptores) para la respectiva transmisión de datos (transmisión de datos de enlace ascendente y/o transmisión de datos de enlace descendente) (por ejemplo, en un modo de funcionamiento normal), mientras que las unidades emisoras-receptoras se pueden desactivar para el resto del tiempo (por ejemplo, poner en un modo de ahorro

de energía) para ahorrar energía. Esto es ventajoso en particular si el abonado respectivo solo dispone de recursos energéticos limitados, por ejemplo, porque funciona con baterías u obtiene energía del entorno por medio de un elemento de recolección de energía.

5 **[0125]** Los abonados 106_1-106_n del sistema de comunicación 100 pueden ser, por ejemplo, nodos de actuador y/o nodos de sensor, tales como, por ejemplo, contadores de calefacción, detectores de movimiento, detectores de humo, etc.

[0126] Opcionalmente, la estación base 104 y los abonados 106_1-106_n del sistema de comunicación 100
10 pueden estar configurados para transmitir datos en base al procedimiento de división de telegramas (en alemán, *Telegrammaaufteilungsverfahren*). En este caso, en el lado del emisor de datos, los datos a transmitir, tal como, por ejemplo, un telegrama o paquete de datos (por ejemplo, la capa física en el modelo OSI), por ejemplo, un paquete de datos de enlace ascendente o un paquete de datos de enlace descendente, se dividen entre una pluralidad de subpaquetes de datos (o paquetes de datos parciales) y los subpaquetes de datos no se transmiten de forma
15 coherente, sino distribuidos en el tiempo y/o en la frecuencia conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia, donde en el lado del receptor de datos los subpaquetes de datos se vuelven a unir (o combinar) para obtener el paquete de datos. Cada uno de los subpaquetes de datos contiene solo una parte del paquete de datos. Además, el paquete de datos puede estar codificado (por ejemplo, codificado por canal o codificado con protección contra errores), de modo que para la decodificación sin errores del paquete de datos no se requieren todos los subpaquetes de datos,
20 sino solo una parte de los subpaquetes de datos.

[0127] La distribución de la pluralidad de subpaquetes de datos en el tiempo y/o frecuencia se puede realizar, como ya se ha mencionado, conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia.

25 **[0128]** Un patrón de salto de tiempo puede especificar una secuencia de momentos de envío o intervalos de envío con los que se envían los subpaquetes de datos. Por ejemplo, un primer subpaquete de datos se puede enviar en un primer momento de envío (o en un primer intervalo de tiempo de envío) y un segundo subpaquete de datos se puede enviar en un segundo momento de envío (o en un segundo intervalo de tiempo de envío), donde el primer momento de transmisión y el segundo momento de transmisión son diferentes. A este respecto, el patrón de salto de
30 tiempo puede definir (o predeterminar, o especificar) el primer momento de envío y el segundo momento de envío. Alternativamente, el patrón de salto de tiempo puede indicar el primer momento de envío y un intervalo de tiempo entre el primer momento de envío y el segundo momento de envío. Por supuesto, el patrón de salto de tiempo solo puede indicar también el intervalo de tiempo entre el primer momento y el segundo momento de envío. Entre los subpaquetes de datos puede haber pausas de envío donde no se envíe. Los subpaquetes de datos también pueden superponerse
35 (solaparse) en el tiempo.

[0129] Un patrón de salto de frecuencia puede indicar una secuencia de frecuencias de envío o saltos de frecuencia de envío con los que se envían los subpaquetes de datos. Por ejemplo, se puede enviar un primer subpaquete de datos con una primera frecuencia de envío (o en un primer canal de frecuencia) y un segundo
40 subpaquete de datos con una segunda frecuencia de envío (o en un segundo canal de frecuencia), donde la primera frecuencia de envío y la segunda frecuencia de envío son diferentes. A este respecto, el patrón de salto de frecuencia puede definir (o especificar) la primera frecuencia de envío y la segunda frecuencia de envío. Alternativamente, el patrón de salto de frecuencia puede especificar la primera frecuencia de envío y un intervalo de frecuencia (salto de frecuencia de envío) entre la primera frecuencia de envío y la segunda frecuencia de envío. Por supuesto, el patrón
45 de salto de frecuencia solo puede especificar también el intervalo de frecuencia (salto de frecuencia de transmisión) entre la primera frecuencia de envío y la segunda frecuencia de envío.

[0130] Por supuesto, la pluralidad de los subpaquetes de datos también se pueden transmitir distribuidos tanto en el tiempo como en la frecuencia. La distribución de la pluralidad de subpaquetes de datos en el tiempo y en la
50 frecuencia se puede realizar conforme a un patrón de salto de tiempo y frecuencia. Un patrón de salto de tiempo y frecuencia puede ser la combinación de un patrón de salto de tiempo y un patrón de salto de frecuencia, es decir, una secuencia de momentos de envío o intervalos de tiempo de envío con los que se transmiten los subpaquetes de datos, donde las frecuencias de transmisión (o saltos de frecuencia de transmisión) están asignados a los momentos de envío (o intervalos de tiempo de envío).
55

[0131] A este respecto, un ancho de banda de la ocupación de la banda de frecuencia indicada por el patrón de salto de frecuencia puede ser esencialmente mayor (por ejemplo, al menos en 5 (o 10) veces que un ancho de banda de los filtros de recepción de los receptores (receptores o transceptores) de los abonados 106_1-106_n. Por lo tanto, para recibir una transmisión de datos basada en la división de telegramas, el respectivo abonado puede estar
60 configurado para conmutar la frecuencia de recepción de su receptor en base al patrón de salto de frecuencia (por ejemplo, en los respectivos tiempos o lapsos de tiempo indicados por el patrón de salto de tiempo) a las respectivas frecuencias o canales de frecuencia de la banda de frecuencia especificados por el patrón de salto de frecuencia para recibir la pluralidad de subpaquetes de datos.

65 **[0132]** La fig. 4 muestra un diagrama de bloques esquemático de la estación base 104 y uno de los abonados

106_1-106_n del sistema de comunicación 100 mostrado en la fig. 3, según un ejemplo de realización de la presente invención.

[0133] El abonado 106_1 puede presentar un emisor (o módulo emisor; transmisor) 108_1, que está configurado para enviar la transmisión de datos de enlace ascendente 120 a la estación base 104. El transmisor 108_1 puede estar conectado a una antena 110_1 del abonado 106_1. El abonado 106_1 puede presentar además un receptor (o módulo de recepción; receptor) 112_1, que está configurado para recibir la transmisión de datos de enlace descendente 122 de la estación base 104. El receptor 112_1 puede estar conectado a la antena 110_1 u otra antena del abonado 106_1. El abonado 106_1 también puede presentar un receptor de transmisión combinado (o módulo de recepción de transmisión; transceptor).

[0134] La estación base 104 puede presentar un receptor (o módulo de recepción; receptor) 114, que está configurado para recibir la transmisión de datos de enlace ascendente 120 del abonado 106_1. El receptor 114 puede estar conectado a una antena 116 de la estación base 104. La estación base 104 puede presentar además un emisor (o módulo emisor; transmisor) 118, que está configurado para enviar la transmisión de datos de enlace descendente 122 al abonado 106_1. El emisor 118 puede estar conectado a la antena 116 u otra antena de la estación base 104. La estación base 104 también puede presentar un receptor de transmisión combinado (o módulo de recepción de transmisión; transceptor).

[0135] El sistema de comunicación 100 descrito en relación con las fig. 3 y 4 puede ser, por ejemplo, una red de área amplia de baja potencia (LP-WAN = Low Power Wide Area Network), como se define, por ejemplo, en el estándar ETSI TS 103 357 [4].

[0136] A continuación se describen ejemplos de realización de un abonado 106_1 y de una estación base 104, que pueden emplearse, por ejemplo, en el sistema de comunicación 100 descrito anteriormente con respecto a las fig. 3 y 4. Por supuesto, los ejemplos de realización del abonado 106_1 y/o de la estación base 104 descritos a continuación también se pueden materializar o implementar en otros sistemas de comunicación con abonados que transmiten de forma no coordinada.

1. Señalización de un mensaje de multidifusión en redes no coordinadas

[0137] Los ejemplos de realización descritos a continuación posibilitan, en sistemas de comunicación 100 no coordinados, donde los abonados 106_1-106_n transmiten datos de forma asíncrona a la estación base 104, implementar un mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) desde la estación base 104 a los abonados 106_1-106_n o una parte (subconjunto real) de los abonados 106_1-106_n.

[0138] Esto podría implementarse, por ejemplo, como se muestra en la fig. 5, donde durante la emisión del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 preferiblemente no tienen lugar otras transmisiones de datos (por ejemplo, transmisiones de datos de enlace ascendente 120 y/o transmisiones de datos de enlace descendente 122) (por ejemplo, que solapan/superponen la transmisión de datos de punto a multipunto 124).

[0139] En detalle, la Fig. 5 muestra en un diagrama una ocupación de una banda de frecuencia del sistema de comunicación 100 al llevar a cabo varias transmisiones de datos de enlace ascendente 120 y transmisiones de datos de enlace descendente 122 entre la estación base 104 y varios de los abonados 106_1-106_n, así como una transmisión de datos de punto a multipunto 124 desde la estación base 104 a varios de los abonados 106_1-106_n, según un ejemplo de realización de la presente invención. A este respecto, en la fig. 5, las ordenadas describen la frecuencia y las abscisas el tiempo. En otras palabras, la fig. 5 muestra un ejemplo de un mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 en un sistema de comunicación no coordinado.

[0140] Para que un mensaje de multidifusión de este tipo (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 según la fig. 5 se pueda recibir por los abonados 106_1-106_n o un subconjunto de los abonados 106_1-106_n del sistema de comunicación 100, en los ejemplos de realización, se realiza una señalización del momento de tiempo multidifusión de la transmisión de datos de punto a multipunto 124 u otra información, en base a la cual los abonados 106_1-106_n pueden recibir la transmisión de datos de punto a multipunto 124, como se explica a continuación.

[0141] La fig. 6 muestra un diagrama de bloques esquemático de un abonado 106_1 y una estación base 104, según un ejemplo de realización de la presente invención.

[0142] El abonado 106_1 (por ejemplo, punto final) puede estar configurado para enviar datos de forma no coordinada con respecto a la estación base 104 y/u otros abonados del sistema de comunicación 100 (véase la fig. 3).

[0143] El abonado 106_1 puede estar configurado además para enviar una transmisión de datos de enlace ascendente 120 a la estación base 104, y para recibir una transmisión de datos de enlace descendente 122 de la estación base 104 de forma sincronizada temporalmente con la transmisión de datos de enlace ascendente 120, donde

la transmisión de datos de enlace descendente 122 presenta una información de señalización, donde la información de señalización indica o señala una transmisión de datos de punto a multipunto 124 posterior de la estación base 104 y/o una transmisión de datos adicional que precede a la transmisión de datos de punto a multipunto 124 (por ejemplo, una transmisión de datos que prepara la transmisión de datos de punto a multipunto).

5

[0144] El abonado 106_1 también puede estar configurado para recibir, en base a la información de señalización, la transmisión de datos de punto a multipunto (por ejemplo, transmisión de datos de multidifusión) 124 desde la estación base 104.

- 10 **[0145]** La estación base 104 puede estar configurada para recibir la transmisión de datos de enlace ascendente 120 del abonado 106_1, y para enviar de forma sincronizada temporalmente con la transmisión de datos de enlace ascendente 120 recibida la transmisión de datos de enlace descendente 122 al abonado 106_1, donde la transmisión de datos de enlace descendente 122 presenta la información de señalización, donde la información de señalización indica o señala la siguiente transmisión de datos de punto a multipunto 124 de la estación base 104 y/o la otra
- 15 transmisión de datos que precede a la transmisión de datos de punto a multipunto 124 (por ejemplo, la transmisión de datos que prepara la transmisión de datos de punto a multipunto).

- [0146]** La estación base 104 también puede estar configurada para enviar la transmisión de datos de punto a multipunto 124 conforme a la información de señalización al abonado 160 (por ejemplo, y a uno o varios otros
- 20 abonados del sistema de comunicación 100).

- [0147]** En los ejemplos de realización, la información de señalización puede presentar una información sobre un momento de la transmisión de datos de punto a multipunto 124. Por ejemplo, la información sobre el momento puede ser un momento absoluto, un momento relativo (por ejemplo, un lapso de tiempo definido entre la transmisión de datos de enlace descendente 122 y la transmisión de datos de punto a multipunto 124) o una información de la que
- 25 puede deducirse el momento absoluto o relativo, tal como, por ejemplo, un número de ciclos de pulso de un reloj maestro (oscilador) del abonado.

- [0148]** En los ejemplos de realización, la información de señalización puede presentar adicional o
- 30 alternativamente una información sobre una frecuencia o un canal de frecuencia (por ejemplo, la banda de frecuencia utilizada por el sistema de comunicación) de la transmisión de datos de punto a multipunto 124. Por ejemplo, la información sobre la frecuencia puede ser una frecuencia absoluta o una frecuencia relativa (por ejemplo, una distancia entre una frecuencia de la transmisión de datos de enlace descendente 122 y una frecuencia de la transmisión de datos de punto a multipunto 124). Por ejemplo, la información sobre el canal de frecuencia puede ser un canal de
- 35 frecuencia absoluto o un canal de frecuencia relativo (por ejemplo, una distancia entre un canal de frecuencia de la transmisión de datos de enlace descendente 120 y un canal de frecuencia de la transmisión de datos de punto a multipunto 124).

- [0149]** En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de punto a multipunto 124 puede presentar una
- 40 pluralidad de subpaquetes de datos que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia (procedimiento de transmisión por división de telegramas). En este caso, la información de señalización también puede presentar información sobre el patrón de salto de tiempo y frecuencia de la transmisión de datos de punto a multipunto 124. Por ejemplo, la transmisión de datos de punto a multipunto 124 puede ser una transmisión de datos basada en la división de telegramas. En una transmisión de datos basada en la
- 45 división de telegramas, los datos a transmitir (por ejemplo, datos útiles (codificados) de la capa física] se dividen en una pluralidad de subpaquetes de datos, de modo que la pluralidad de subpaquetes de datos solo presenta una parte de los datos a transmitir, de modo que la pluralidad de subpaquetes de datos no se transmiten de forma coherente, sino que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia.

- 50 **[0150]** A continuación, se describen con más detalle ejemplos de realización detallados del abonado 106_1 y de la estación base 104.

1.1 Señalización en el paquete de enlace descendente anterior

- 55 **[0151]** Típicamente, desde la estación base 104 a los abonados 106_1-106_n, además de los mensajes destinados a varios abonados 106_1-106_n, también se transmite información individual, por ejemplo, una confirmación autenticada o una modificación de los parámetros del respectivo abonado. Dado que estos son individuales para cada abonado, se debe transmitir un enlace descendente individual.

- 60 **[0152]** En este punto se inician ejemplos de realización de la presente invención, en tanto que al mensaje de enlace descendente transmitido individualmente (transmisión de datos de enlace descendente) 122 se le adjunta el momento de envío del siguiente mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124.

- [0153]** Si están disponibles varios canales de frecuencia, además de la señalización del momento de envío,
- 65 también se puede añadir (por ejemplo, señalar) la información sobre el canal de envío.

[0154] Mediante esta señalización, por un abonado se conoce ahora el momento y, dado el caso, el canal de frecuencia del próximo mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124. Otros abonados también se pueden sincronizar al mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 con la ayuda del mismo procedimiento.

[0155] Si no hay datos a enviar individualmente al abonado, en este caso solo se puede transmitir el momento y, si es necesario, el canal de frecuencia en el próximo mensaje de enlace descendente (transmisión de datos de enlace descendente) 124.

[0156] Este procedimiento posee la ventaja de que solo se comunica el momento y, si es necesario, el canal de frecuencia a los abonados (la pluralidad de los abonados 106_1-106_n del sistema de comunicación 100) de los que se debe recibir el mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124. Por lo tanto, para los abonados que no deben recibir el mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124, no se genera ningún gasto adicional que aumente el consumo de batería.

[0157] La fig. 7 muestra el desarrollo de la señalización del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 desde el mensaje de enlace ascendente (transmisión de datos de enlace ascendente) 120 hasta el mensaje de multidifusión real (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 a modo de ejemplo para un abonado de una red radioeléctrica no coordinada (sistema de comunicación) 100.

[0158] En detalle, la fig. 7 muestra en un diagrama una ocupación de la banda de frecuencia del sistema de comunicación 100 al llevar a cabo una transmisión de datos de enlace ascendente 120, una transmisión de datos de enlace descendente 122 y una transmisión de datos de punto a multipunto 124, según un ejemplo de realización de la presente invención. A este respecto, en la fig. 7, las ordenadas describen la frecuencia y las abscisas el tiempo.

[0159] Como se puede reconocer en la fig. 7, la transmisión de datos de enlace descendente 122 se realiza de forma sincronizada temporalmente con la transmisión de datos de enlace ascendente 120, por ejemplo, después de un tiempo predeterminado (definido) después de la transmisión de datos de enlace ascendente 120. La transmisión de datos de enlace descendente 122 presenta una información de señalización que indica o señala la siguiente transmisión de datos de punto a multipunto 124.

[0160] La información de señalización puede presentar, por ejemplo, como está indicado en la fig. 7, una información sobre un momento de la transmisión de datos de punto a multipunto 124. Por supuesto, la información de señalización también puede presentar, de forma adicional o alternativa, una información sobre una frecuencia o un canal de frecuencia de la transmisión de datos de punto a multipunto 124.

[0161] En los ejemplos de realización, la información de señalización, siempre que la transmisión de datos de punto a multipunto 124 se transmita en base al procedimiento de transmisión por división de telegramas (TSMA, *Telegram Splitting Multiple Access*), puede presentar una información sobre el patrón de salto de tiempo y/o frecuencia de la transmisión de datos de punto a multipunto 124.

[0162] En otras palabras, si TSMA se utiliza para la transmisión del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124, también se puede señalar el patrón de salto (tiempo y/o patrón de salto de frecuencia), si esto no se ha definido globalmente de antemano.

[0163] En los ejemplos de realización, por lo tanto, a un paquete de datos de enlace descendente generado individualmente (por ejemplo, la transmisión de datos de enlace descendente 120) hacia un abonado se puede añadir la información sobre el momento de envío y/o el canal de envío (frecuencia de envío) y/o el patrón de salto (solo en el caso de TSMA).

[0164] En [4] se ha definido un llamado mensaje de activación y/o autenticación autenticado en el enlace descendente. Con la ayuda de este mensaje, la estación base 104 puede enviar individualmente a un abonado una confirmación del mensaje de enlace ascendente anterior. Si hay más datos individuales para el abonado, en este mensaje también se señala la longitud de estos datos y la distancia entre el mensaje y los datos siguientes. Si ahora hay una señalización de un mensaje de multidifusión a un abonado y no hay otros datos individuales para el abonado, solo para la señalización del mensaje de multidifusión se puede utilizar la transmisión adicional junto al mensaje de activación y autenticación.

[0165] En el caso de una señalización pura de un mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124, los campos que contienen la información adicional para los siguientes datos (información de longitud y hora o PSI y TSI en [4]) también se pueden utilizar para la señalización directa del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 (tiempo, frecuencia, longitud, etc.). De este modo se reduce la sobrecarga que sería necesaria para la transmisión por separado además del mensaje de activación y autenticación.

[0166] En los ejemplos de realización, los campos disponibles se pueden utilizar en un mensaje de activación y/o autenticación (transmisión de datos de enlace descendente según [4]) con la mera señalización de un mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124.

5 1.2 Señalización de tiempo aproximada

[0167] A menudo se tarda más tiempo hasta que, según la sección 1.1, todos los abonados necesarios hayan sido informados del mensaje de multidifusión anterior (transmisión de datos de punto a multipunto) 124. Precisamente para aquellos abonados que son informados muy temprano sobre el próximo mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124, se debe señalar una diferencia de tiempo muy grande. Para poder resolverlo con precisión, se necesitan muchos bits, que deben transferirse. Para los abonados que son informados (temporalmente) muy cerca del mensaje de multidifusión real (transmisión de datos de punto a multipunto) 124, las posiciones superiores de los bits del campo de datos en la señalización son cero con la misma resolución.

[0168] De ello se deduce que, dependiendo de la diferencia (temporal) entre la señalización y el mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124, sería útil una secuencia de diferente longitud para la señalización.

[0169] Sin embargo, si se considera un abonado real que presenta un cristal de cuarzo, se muestra que la inexactitud del momento cuando el abonado espera el mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 también depende del tiempo de diferencia entre la señalización y el mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124.

[0170] Cuanto más larga sea esta diferencia, más impreciso es el tiempo que el abonado asume para el mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124. Cuanto menos preciso sea este momento, tanto mayor selecciona el abonado el área de búsqueda para el mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124. Si el área de búsqueda está claramente por encima de la resolución del momento transmitido del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124, se puede seleccionar una resolución menor (y, por lo tanto, más incertidumbre) sin aumentar drásticamente el área de búsqueda (en el peor de los casos, el error de cristal de cuarzo y el error de resolución se suman).

[0171] Los valores típicos para una inexactitud en la señalización están en el rango de 1 símbolo (por ejemplo, duraciones de símbolos) hasta 10.000 símbolos (por ejemplo, duraciones de símbolos).

[0172] Valores superiores a 10.000 símbolos (por ejemplo, duraciones de símbolos) tienen una imprecisión demasiado grande y requerirían una sincronización posterior muy extensa.

[0173] Aquí es importante tener en cuenta que, en planificaciones ideales, la incertidumbre sigue siendo tan grande que una recepción sin sincronización posterior no sería posible.

[0174] En los ejemplos de ejecución, la resolución de la señalización puede presentar una cierta imprecisión, que se puede determinar en el contexto de la sincronización posterior.

[0175] En lugar de o en combinación con la señalización aproximada del momento, también se puede seleccionar una escala no lineal del momento, por ejemplo, una escala logarítmica. Esto tiene la ventaja de que los momentos que están cerca del próximo mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 poseen una resolución más precisa que los momentos que están aún más lejos. Sin embargo, esto no es crítico según las realizaciones anteriores, ya que a través de offsets de cristal de cuarzo (por ejemplo, offsets de frecuencia de los cristales de cuarzo) las imprecisiones aumentan con el aumento de la distancia (temporal) al mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124. Por lo tanto, la resolución también puede ser menos precisa, cuanto más lejos esté el momento del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 en el futuro.

[0176] En los ejemplos de realización, la resolución de la señalización puede presentar una escala no lineal.

55 1.3 Señalización de otro mensaje de enlace ascendente

[0177] Típicamente, para la señalización del momento del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 según la sección 1.1 o la sección 1.2, se transmite una variable con, por ejemplo, 16 bits. Por lo tanto, con una cuantificación seleccionada a modo de ejemplo de 1 s por LSB (*Least Significant Bit*, es decir, bits de menor valor), se obtiene una diferencia máxima entre la señalización y el mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 de 65536 segundos. Esto da como resultado aproximadamente 18 horas.

[0178] Por lo tanto, se debe garantizar que todos los abonados necesarios para el mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 puedan ser informados dentro de las 18 horas anteriores al mensaje.

[0179] En redes grandes con varios cientos de miles de abonados (por ejemplo, nodos) 106_1-106_n esto normalmente no se puede realizar, ya que puede haber abonados que solo transmitan datos a la estación base 104 una vez al día o incluso con menos frecuencia. Por lo tanto, con los parámetros dados anteriormente, no es posible notificar o señalizar a todos los abonados (por ejemplo, nodos) el próximo mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124.

[0180] Por lo tanto, en los ejemplos de realización, a todos los abonados a los que se les comunique el mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 temporalmente antes de la longitud de señalización máxima, en lugar del momento del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124, se les puede comunicar un tiempo (aproximado) donde los abonados deben/tienen que enviar de nuevo un mensaje de enlace ascendente (transmisión de datos de enlace ascendente) 120 a la estación base 104.

[0181] Si este nuevo mensaje de enlace ascendente (transmisión de datos de enlace ascendente) 120 se emite por el abonado, la estación base 104 puede volver a enviar un mensaje de enlace descendente (transmisión de datos de enlace descendente) 122 y, a continuación, comunicar el momento del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124.

[0182] La secuencia temporal de este esquema está esbozada en la fig. 8. A este respecto, en el primer mensaje de enlace descendente (primera transmisión de datos de enlace descendente) 122_1 se transmitió un tiempo (aproximado) para otro mensaje de enlace ascendente (segunda transmisión de datos de enlace ascendente) 120_2. En el segundo mensaje de enlace descendente (segunda transmisión de datos de enlace descendente) 122_2 le siguió la comunicación sobre el momento y/o la frecuencia para el mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124.

[0183] En detalle, la Fig. 8 muestra en un diagrama una ocupación de la banda de frecuencia del sistema de comunicación 100 al llevar a cabo una primera transmisión de datos de enlace ascendente 120_1, una primera transmisión de datos de enlace descendente 122_1, una segunda transmisión de datos de enlace ascendente 120_2, una segunda transmisión de datos de enlace descendente 122_2 y una transmisión de datos de punto a multipunto 124, según un ejemplo de realización de la presente invención. A este respecto, en la fig. 8, las ordenadas describen la frecuencia y las abscisas el tiempo.

[0184] Como se puede ver en la fig. 8, la primera transmisión de datos de enlace descendente 122 se realiza de forma sincronizada temporalmente con la primera transmisión de datos de enlace ascendente 120_1, por ejemplo, después de un tiempo predeterminado (definido) después de la primera transmisión de datos de enlace ascendente 120_1. La primera transmisión de datos de enlace descendente 122 presenta una primera información de señalización.

[0185] La primera información de señalización puede mostrar o señalar una transmisión de datos adicional que precede a la transmisión de datos de punto a multipunto 124 (por ejemplo, la transmisión de datos que prepara la transmisión de datos de punto a multipunto), donde en el ejemplo de realización mostrado en la fig. 8, la transmisión de datos adicional puede comprender tanto la segunda transmisión de datos de enlace ascendente 120_2 como la segunda transmisión de datos de enlace descendente 122_2 que sigue de forma sincronizada temporalmente.

[0186] Como se indica en la fig. 8, la primera información de señalización puede señalar un lapso de tiempo o un momento (por ejemplo, un momento aproximado) para la segunda transmisión de datos de enlace ascendente 120_2, donde la segunda transmisión de datos de enlace ascendente 120_2 se realiza en el lapso de tiempo o momento aproximado señalado con la primera información de señalización, y donde la segunda transmisión de datos de enlace descendente 122_2 se realiza de forma sincronizada temporalmente con la segunda transmisión de datos de enlace ascendente 120_2, por ejemplo, después de un tiempo predeterminado (definido) después de la primera transmisión de datos de enlace ascendente 120_1. La segunda transmisión de datos de enlace descendente 122_2 puede presentar una segunda información de señalización, donde la segunda información de señalización indica o señala la siguiente transmisión de datos de punto a multipunto 124 de la estación base 104.

[0187] La segunda información de señalización puede presentar, por ejemplo, como está indicado en la fig. 8, una información sobre un momento de la transmisión de datos de punto a multipunto 124. Por supuesto, la segunda información de señalización también puede presentar, de forma adicional o alternativa, una información sobre una frecuencia o un canal de frecuencia de la transmisión de datos de punto a multipunto 124. Si la transmisión de datos de punto a multipunto 124 se transmite en base al procedimiento de transmisión por división de telegramas (TSMA, *Telegram Splitting Multiple Access*), la segunda información de señalización también puede presentar, adicional o alternativamente, una información sobre el patrón de tiempo y/o frecuencia de la transmisión de datos de punto a multipunto 124.

[0188] En otras palabras, la fig. 8 muestra una señalización de un tiempo para otro mensaje de enlace ascendente (por ejemplo, segunda transmisión de datos de enlace ascendente) 120_2, donde al otro mensaje de enlace ascendente (por ejemplo, segunda transmisión de datos de enlace ascendente) 120_2 le sigue otro mensaje de enlace descendente (por ejemplo, segunda transmisión de datos de enlace descendente) 122_2, que define, por

ejemplo, un tiempo para el mensaje de multidifusión (por ejemplo, transmisión de datos de punto a multipunto) 124

[0189] Si un abonado envía mensajes a la estación base 104 con menos frecuencia, por ejemplo, solo una vez a la semana, también es posible solicitar varias veces otro mensaje de enlace ascendente (transmisión de datos de enlace ascendente) hasta que el tiempo necesario para la señalización esté dentro del rango válido.

[0190] En los ejemplos de realización, en lugar de la señalización del momento del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto), se puede definir un tiempo (somero, aproximado) donde el abonado debe/tiene que enviar otro mensaje de enlace ascendente.

[0191] La falta de coordinación del sistema de comunicación (red radioeléctrica) 100 puede provocar interferencias y fallos en la transmisión. A menudo, el sistema de comunicación 100 descrito en el presente documento se opera en cintas sin licencia, donde el sistema de comunicación 100 comparte los recursos con otros sistemas de comunicación (véase la fig. 3), donde el sistema de comunicación 100 y los otros sistemas de comunicación no están coordinados entre sí. Por lo tanto, también pueden producirse interferencias debido a sistemas de comunicación externos.

[0192] Aunque el procedimiento de transmisión por división de telegramas ha desarrollado una metodología que presenta una inmunidad muy alta, tampoco se puede garantizar una probabilidad de éxito del 100%.

[0193] Si un abonado ha sido informado de otra emisión de un mensaje de enlace ascendente (transmisión de datos de enlace ascendente) según la sección 1.3, el abonado puede esperar una respuesta segura de la estación base 104 en el enlace descendente (por ejemplo, en forma de una transmisión de datos de enlace descendente).

[0194] Sin embargo, si el abonado no recibe ningún mensaje de enlace descendente (transmisión de datos de enlace descendente) o solo recibe un mensaje de enlace descendente incorrecto/defectuoso/destruido, por el abonado se conoce que algo no ha funcionado correctamente durante la transmisión (por ejemplo, debido a una interferencia en el canal).

[0195] En este caso, el abonado puede enviar rápidamente otro mensaje de enlace ascendente (por ejemplo, una tercera transmisión de datos de enlace ascendente) (por ejemplo, una repetición del mensaje de enlace ascendente anterior (por ejemplo, la segunda transmisión de datos de enlace ascendente 120_2)) a la estación base 104. A continuación, se espera de nuevo el mensaje de enlace descendente (por ejemplo, tercera transmisión de datos de enlace descendente) de la estación base 104. Si se recibe ahora correctamente, se garantiza que el mensaje de enlace ascendente (por ejemplo, tercera transmisión de datos de enlace ascendente) haya llegado ahora correctamente a la estación base 104. De lo contrario, el abonado puede abrir otra ventana de recepción (por ejemplo, para otra transmisión de datos de enlace descendente) (en la medida en que se conoce por la estación base 104) o realizar una nueva emisión de un mensaje de enlace ascendente (transmisión de datos de enlace ascendente).

[0196] En los ejemplos de realización, siempre que no se haya recibido una respuesta correcta en el enlace descendente (por ejemplo, en forma de una segunda transmisión de datos de enlace descendente) al otro mensaje de enlace ascendente (por ejemplo, segunda transmisión de datos de enlace ascendente) señalado temporalmente (aproximadamente), se puede enviar (rápidamente) otro mensaje de enlace ascendente (por ejemplo, tercera transmisión de datos de enlace ascendente).

[0197] De forma alternativa a la señalización del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124, también se puede seguir comunicando el momento del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124, pero con una resolución diferente (por ejemplo, 1 min -> 1,5 meses de rango). El abonado puede decidir por sí mismo cuándo (antes del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124) vuelve a enviar un mensaje de enlace ascendente (por ejemplo, cuarta transmisión de datos de enlace ascendente) para obtener el momento más preciso (de la transmisión de datos de punto a multipunto 124).

[0198] De este modo, el abonado puede esperar, por ejemplo, hasta 1 hora antes del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124, si de todos modos es necesario un mensaje de enlace ascendente (transmisión de datos de enlace ascendente) y, por lo tanto, recibe el momento exacto. Si este no es el caso, el abonado puede enviar un mensaje de enlace ascendente dedicado (por ejemplo, cuarta transmisión de datos de enlace ascendente). Por supuesto, el mensaje de enlace ascendente dedicado (por ejemplo, cuarta transferencia de datos de enlace ascendente) debe colocarse (pseudo) aleatoriamente en el tiempo restante para que no todos los abonados (por ejemplo, nodos) que aún no tienen una sincronización de tiempo precisa para el mensaje de multidifusión (transferencia de datos de punto a multipunto) 124 envíen de una vez.

[0199] En los ejemplos de realización, la resolución se puede seleccionar más grande en la señalización del momento en el caso de los abonados que son informados mucho antes del mensaje de multidifusión real. El abonado puede esperar primero si se ha generado un mensaje de enlace ascendente (transmisión de datos de enlace ascendente) hasta poco antes del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124. Si no

es así, se puede activar un mensaje de enlace ascendente dedicado (por ejemplo, cuarta transmisión de datos de enlace ascendente).

1.4 Señalización del tiempo y/o del canal de frecuencia de una baliza de apoyo

[0200] En los ejemplos de realización, se puede utilizar una llamada baliza de soporte antes de la transmisión de un mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124. En una baliza de apoyo de este tipo puede estar contenida una señalización hasta la siguiente baliza de apoyo o hasta el mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124.

[0201] En los ejemplos de realización, los abonados (del sistema de comunicación 100) se pueden sincronizar con estas balizas de apoyo. De la misma manera que en la sección 1.1, por ejemplo, se puede señalar el tiempo hasta la baliza de apoyo y, dado el caso, el canal de frecuencia utilizado de la baliza de apoyo, como se describe esquemáticamente en la fig. 9.

[0202] La fig. 9 muestra en un diagrama una ocupación de la banda de frecuencia del sistema de comunicación 100 al llevar a cabo una transmisión de datos de enlace ascendente 120, una transmisión de datos de enlace descendente 122 y una transmisión de datos de punto a multipunto 124, según un ejemplo de realización de la presente invención. A este respecto, en la fig. 9, las ordenadas describen la frecuencia y las abscisas el tiempo.

[0203] Como se puede reconocer en la fig. 9, la transmisión de datos de enlace descendente 122 se realiza de forma sincronizada temporalmente con la transmisión de datos de enlace ascendente 120, por ejemplo, después de un tiempo predeterminado (definido) después de la transmisión de datos de enlace ascendente 120. La transmisión de datos de enlace descendente 122 presenta una primera información de señalización.

[0204] La primera información de señalización puede indicar o señalar una transmisión de datos adicional que precede a la transmisión de datos de punto a multipunto 124 (por ejemplo, la transmisión de datos que prepara la transmisión de datos de punto a multipunto), siendo la transmisión de datos adicional una baliza de apoyo 123 en el ejemplo de realización mostrado en la fig. 9.

[0205] Como está indicado en la fig. 9, la primera información de señalización puede presentar una información sobre un momento de la baliza de apoyo 123. Por supuesto, la primera información de señalización también puede presentar, de forma adicional o alternativa, una información sobre una frecuencia o un canal de frecuencia de la baliza de apoyo. Si la baliza de apoyo 123 se transmite en base al procedimiento de transmisión por división de telegramas (TSMA, *Telegram Splitting Multiple Access*), la primera información de señalización también puede presentar, adicional o alternativamente, una información sobre el patrón de salto de tiempo y/o frecuencia de la baliza de apoyo 124.

[0206] La baliza de apoyo puede presentar una segunda información de señalización, donde la segunda información de señalización muestra o señala otra baliza de apoyo o la siguiente transmisión de datos de punto a multipunto 124 de la estación base 104.

[0207] La segunda información de señalización puede presentar, por ejemplo, como está indicado en la fig. 9, una información sobre un momento de la transmisión de datos de punto a multipunto 124. Por supuesto, la segunda información de señalización también puede presentar, de forma adicional o alternativa, una información sobre una frecuencia o un canal de frecuencia de la transmisión de datos de punto a multipunto 124. Si la transmisión de datos de punto a multipunto 124 se transmite en base al procedimiento de transmisión por división de telegramas (TSMA, *Telegram Splitting Multiple Access*), la segunda información de señalización también puede presentar, adicional o alternativamente, una información sobre el patrón de tiempo y/o frecuencia de la transmisión de datos de punto a multipunto 124.

[0208] En otras palabras, la fig. 9 muestra una señalización del tiempo y, dado el caso, del offset de frecuencia desde un mensaje de un abonado (transmisión de datos de enlace descendente 120) hasta una baliza de apoyo 123.

[0209] En los ejemplos de realización, a un paquete de datos de enlace descendente generado individualmente (por ejemplo, una transmisión de datos de enlace descendente 120) hacia un abonado se puede añadir la información sobre el momento de envío y/o el canal de envío (frecuencia de envío) y/o el patrón de salto (solo en el caso de TSMA) de una baliza de apoyo.

1.5 Compensación de offsets de cristal de cuarzo

[0210] Como ya se ha mencionado en la sección 1.2, tanto los abonados 106_1-106_n como la estación base 104 suelen poseer cristales de cuarzo oscilantes (por ejemplo, como relojes maestros) para generar frecuencias de referencia internas. Sin embargo, estos cristales de cuarzo no son ideales y poseen las llamadas tolerancias en las frecuencias proporcionadas. Estas tolerancias también se transfieren a las frecuencias de referencia internas.

[0211] A partir de estas frecuencias de referencia se alimentan, entre otras cosas, la frecuencia de envío y los temporizadores (en inglés, timer), que determinan las diferencias de tiempo entre los mensajes. Por lo tanto, las tolerancias del cristal de cuarzo afectan directamente a la transmisión y también a la recepción de mensajes.

5 **[0212]** En [4], por ejemplo, la frecuencia de recepción de un abonado se estima a partir del mensaje de enlace ascendente (transmisión de datos de enlace ascendente) y la frecuencia de envío en el enlace descendente se modifica correspondientemente de tal manera que el abonado puede recibir el mensaje de enlace descendente (transmisión de datos de enlace descendente) sin offset de frecuencia. En otras palabras, las propiedades del mensaje de enlace descendente (transmisión de datos de enlace descendente) se ajustan conforme al offset de frecuencia (del
10 cristal de cuarzo) del abonado de tal manera que el abonado ya no ve el offset de frecuencia del cristal de cuarzo.

[0213] Este esquema funciona correctamente siempre que solo se realice una comunicación entre una estación base 104 y un abonado 106_1. Si una estación base 100 se comunica con dos o más abonados 106_1-106_n, la estación base 104 recibe un offset de frecuencia diferente para cada uno de los abonados 106_1-106_n, que fue
15 generado por el respectivo cristal de cuarzo.

[0214] Por lo tanto, no es posible enviar un mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 a todos los abonados 106_1-106_n de tal manera que todos los abonados 106_1-106_n no vean ningún offset de frecuencia y/o un offset de tiempo (decalado de tiempo) insignificamente bajo a través de su cristal
20 de cuarzo.

[0215] Cada abonado (por ejemplo, nodos) debe realizar una sincronización de tiempo y frecuencia al comienzo del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 debido a sus tolerancias permitidas.

25 **[0216]** Partiendo de un cristal de cuarzo oscilante típico con un rango de tolerancia de 20 ppm y la longitud máxima de señalización de aproximadamente 18 h que se muestra a modo de ejemplo en la sección 1.3, se obtiene una imprecisión temporal máxima del abonado en el momento de la transmisión del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 de $65536 \text{ s} * 20 \text{ ppm} = 1,31 \text{ s}$. Por lo tanto, el abonado debe buscar un área de búsqueda de $\pm 1,31 \text{ s}$ antes y después del momento supuesto del mensaje de multidifusión (transmisión
30 de datos de punto a multipunto) 124 después del momento correcto.

[0217] Lo mismo se aplica al offset de frecuencia, con una frecuencia portadora típica de 900 MHz, el offset máximo es de $\pm 18 \text{ kHz}$, que debe ser buscado por el respectivo abonado.

35 **[0218]** Si el abonado dispone de procesadores correspondientemente rápidos para una búsqueda en tiempo real, puede determinar el momento correcto y el offset de frecuencia sin necesidad de mucha memoria. Sin embargo, si la búsqueda no se puede llevar a cabo en tiempo real, se puede realizar alternativamente un almacenamiento de todos los datos de la banda base para su posterior evaluación fuera de línea.

40 **[0219]** En el segundo caso, los abonados suelen poseer solo microprocesadores muy pequeños, donde no es posible un almacenamiento completo de los datos de la banda base con tales imprecisiones.

[0220] Se considera el siguiente ejemplo: la velocidad de datos del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 es de 5 kHz. Para el offset del cristal de cuarzo de 20 ppm mencionado anteriormente,
45 el ancho de banda a consultar es, por lo tanto, de al menos $2 * 18 \text{ kHz} \pm 5 \text{ kHz} = 41 \text{ kHz}$. Por lo tanto, la frecuencia de muestreo cuando se utiliza un interfaz SDR en la banda base (fase I y fase Q) también es de al menos 41 kMuestra/s. Por lo tanto, en el área de búsqueda mencionada anteriormente de $\pm 1,31 \text{ s}$ deben poder almacenarse temporalmente 107,420 muestras en la memoria para el procesamiento. Con una resolución ADC típica de 16 bits (fase I de 16 bits y fase Q de 16 bits), esto requiere una memoria de trabajo de al menos 429,680 kBytes. Los valores típicos para la
50 memoria de trabajo en microprocesadores pequeños son inferiores a 100 kByte (por ejemplo, 64 kByte). Por lo tanto, no se puede realizar un procesamiento fuera de línea de toda el área de búsqueda.

[0221] En ambos casos, se necesita adicionalmente un esfuerzo de cálculo muy alto y, por lo tanto, el consumo de energía aumenta claramente, lo que es especialmente crítico para los abonados que funcionan con baterías.
55

[0222] Por lo tanto, es importante evitar grandes áreas de búsqueda tanto en el tiempo como en la dirección de frecuencia.

[0223] En algunos sistemas, los abonados también poseen más de un cristal de cuarzo, por ejemplo, un cristal de cuarzo LF (LF = *low frequency*, baja frecuencia) y un cristal de cuarzo HF (HF = *high frequency*, alta frecuencia). El cristal de cuarzo LF por lo general requiere menos corriente que el cristal de cuarzo HF. Por lo tanto, el cristal de cuarzo LF se hace funcionar por lo general de forma permanente y de él se deriva la planificación. Sin embargo, el chip de radio requiere un pulso más rápido y, por lo tanto, funciona con cristal de cuarzo HF. Por lo tanto, la frecuencia de envío depende del cristal de cuarzo HF. El cristal de cuarzo HF se puede desconectar entre las emisiones por
60 razones de corriente.
65

[0224] El cristal de cuarzo LF tiene típicamente una mayor tolerancia que el cristal de cuarzo HF. Por ejemplo, el cristal de cuarzo LF puede presentar una tolerancia de, por ejemplo, 100 ppm, mientras que el cristal de cuarzo HF puede presentar una tolerancia de, por ejemplo, 20 ppm.

[0225] Como ya se ha mencionado, en [4] se lleva a cabo una medición/estimación de la frecuencia portadora. A partir de ello, se puede determinar el offset de frecuencia y, a partir de ello, el error de cristal de cuarzo con la ayuda de la frecuencia portadora esperada. Alternativamente o en combinación con la estimación de la frecuencia portadora, también sería posible medir los intervalos de tiempo (entre dos telegramas/paquetes/emisiones o dentro de una emisión en la división de telegramas) para estimar la desviación del cristal de cuarzo.

[0226] Este offset o estos offsets también se pueden transmitir en el enlace descendente (es decir, con la transmisión de datos de enlace descendente) junto con los parámetros de los apartados 1.1 a 1.4 anteriores. Como resultado, el abonado ahora conoce su offset del cristal de cuarzo en el momento de la emisión del mensaje de enlace ascendente (transmisión de datos de enlace ascendente).

[0227] Alternativamente, también se puede utilizar el offset del cristal de cuarzo medio de varios mensajes de enlace ascendente anteriores (transmisiones de datos de enlace ascendente) y/o, en caso de que la temperatura esté presente, se puede incluir la dependencia de la temperatura (informar de desviación de frecuencia normalizada por temperatura).

[0228] Si el procedimiento de determinación del offset del cristal de cuarzo se aplica mediante el decalado de tiempo, también se puede determinar el offset acumulado (por ejemplo, offset de tiempo). En este caso, la estación base 104 conoce el tiempo entre dos emisiones arbitrarias (por ejemplo, transmisiones de datos de enlace ascendente) (es decir, no necesariamente dos emisiones sucesivas). La estación base 104 recibe ahora las dos emisiones (por ejemplo, transmisiones de datos de enlace ascendente) y determina la desviación temporal entre las emisiones (por ejemplo, transmisiones de datos de enlace ascendente). A partir de esto, se puede determinar el offset del cristal de cuarzo acumulado (por ejemplo, offset de tiempo). Por lo tanto, las desviaciones del cristal de cuarzo debido a las fluctuaciones de temperatura durante el tiempo entre las dos emisiones (por ejemplo, transmisiones de datos de enlace ascendente) se acumulan, ya que para la determinación de los tiempos de envío el cristal de cuarzo debe funcionar de forma permanente y, por lo tanto, las condiciones ambientales actuales siempre tienen una influencia en el cristal de cuarzo.

[0229] La situación es diferente si el offset del cristal de cuarzo se determina por la frecuencia de envío, ya que solo el offset (por ejemplo, el offset de frecuencia) en el momento de envío actual tiene una influencia en la frecuencia de envío.

[0230] Típicamente, las condiciones ambientales en el abonado respectivo no cambian repentinamente, de modo que se puede suponer que si se conoce el offset del cristal de cuarzo actual (por ejemplo, offset de frecuencia del cristal de cuarzo), el error máximo durante el tiempo entre la señalización del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 y la emisión real (la transmisión de datos de punto a multipunto 124) es menor que el offset del cristal de cuarzo máximo permitido.

[0231] De este modo se reduce el área de búsqueda tanto en el tiempo como en la dirección de frecuencia, lo que ahorra potencia de cálculo, espacio de almacenamiento y, por lo tanto, también energía. Si se seleccionan los mismos parámetros que en el ejemplo anterior, excepto que en este caso el offset del cristal de cuarzo en el abonado respectivo se corrigió en base al valor del mensaje de enlace ascendente anterior (transmisión de datos del enlace ascendente), el offset residual máximo posible (por ejemplo, offset de frecuencia restante) se reduce a 5 ppm a modo de ejemplo.

[0232] Por lo tanto, el área de búsqueda máxima en la dirección de tiempo se reduce a 328 ms o en la dirección de frecuencia a 4,5 kHz. Por lo tanto, solo se necesita una cuarta parte del espacio de almacenamiento y la potencia de cálculo también se reduce por este factor.

[0233] Si se instala más de un cristal de cuarzo en los respectivos abonados, la estación base 104 también se puede determinar por varios cristales de cuarzo conforme al offset (por ejemplo, offset de frecuencia) y señalizarlos (por ejemplo, en la transmisión de datos de enlace descendente). Alternativamente, también se puede llevar a cabo un acoplamiento de los cristales de cuarzo en el abonado (por ejemplo, nodos). De este modo se consigue que los cristales de cuarzo (por ejemplo, todos) (del respectivo abonado) posean el mismo offset (por ejemplo, offset de frecuencia). En este caso, es suficiente si la estación base 104 solo estima el offset (por ejemplo, offset de frecuencia) de un cristal de cuarzo, ya que el respectivo abonado puede aplicar el offset directamente a los otros cristales de cuarzo.

[0234] En los ejemplos de realización, el decalado de cristal de cuarzo del abonado se puede determinar a partir del mensaje de enlace ascendente (transmisión de datos de enlace ascendente) y se puede comunicar al

abonado en el siguiente mensaje de enlace descendente (transmisión de datos de enlace descendente). El abonado puede corregir este decalado y seleccionar ventanas de búsqueda más pequeñas al recibir el mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto).

- 5 **[0235]** Como alternativa a la señalización del offset del cristal de cuarzo (por ejemplo, el offset de frecuencia del cristal de cuarzo) desde el enlace ascendente (por ejemplo, la transmisión de datos del enlace ascendente), la estación base 104 también puede utilizar el offset del cristal de cuarzo para adaptar el momento señalado del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto). La estación base 104 puede calcular para ello la desviación del momento teniendo en cuenta el offset del cristal de cuarzo del abonado (por ejemplo, punto final) y
- 10 señalar el momento "incorrecto" o corregido en consecuencia. Lo mismo se aplica a la señalización del canal de frecuencia y, en su caso, del patrón de salto en la división de telegramas.

- [0236]** El abonado no necesita saber nada sobre su offset del cristal de cuarzo y puede aceptar un error de cristal de cuarzo menor (véase más arriba) al buscar el inicio del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de
- 15 punto a multipunto).

- [0237]** En los ejemplos de realización, el offset del cristal de cuarzo (por ejemplo, el offset de frecuencia del cristal de cuarzo) del abonado se puede tener en cuenta en la señalización del punto de inicio (por ejemplo, la transmisión de datos de punto a multipunto 124) y se puede modificar en consecuencia en la estación base 104.
- 20

2. Transmisión de datos de punto a multipunto con paquete de datos de sincronización para la sincronización de los abonados

- [0238]** A continuación se presupone que dentro de cada red (o sistema de comunicación) 100 hay una instancia coordinadora (por ejemplo, estación base 104) y abonados no coordinadores (por ejemplo, terminales o puntos finales) 106_1-106_n.
- 25

- [0239]** Para el funcionamiento de redes de largo alcance de baja energía (LPWAN), la transmisión de mensajes en forma de procedimiento por división de telegramas (*Telegram Splitting*) ha demostrado ser especialmente ventajosa. Los rasgos básicos de este principio de transmisión se representan a modo de ejemplo en [1], [2], [5]. En este caso, un mensaje (paquete de datos (por ejemplo, la capa física en el modelo OSI)) se divide en una pluralidad de paquetes de datos parciales y se transmite a diferentes recursos de tiempo/frecuencia. La secuencia de las emisiones de los paquetes de datos parciales en tiempo y/o frecuencia se denomina patrón de acceso al canal o patrón de salto.
- 30

- [0240]** En los procedimientos de acceso al canal, por ejemplo, en las redes LPWAN, a menudo se utiliza un "acceso basado en la competencia" (en inglés, *contention based access*). En este caso, los abonados (por ejemplo, terminales) 106_1-106_n no tienen a su disposición recursos asignados exclusivamente, sino que varios abonados (por ejemplo, terminales) 106_1-106_n acceden por iniciativa propia a una oferta común de recursos de radio. De este modo, puede conducir a conflictos de acceso, es decir, a la ocupación simultánea de recursos de radio por dos o más abonados. Para minimizar el efecto de tales conflictos de acceso, los abonados (por ejemplo, terminales) 106_1-106_n tienen a su disposición un stock de diferentes patrones de acceso al canal (patrones de salto).
- 35

- [0241]** Si la estación base 104 desea enviar un mensaje a un abonado (por ejemplo, terminal) 106_1, esto se realiza en un punto de tiempo y frecuencia definido (ventana de recepción). De lo contrario, el abonado (por ejemplo, terminal) no podría recibir el mensaje (por ejemplo, paquete de datos; por ejemplo, transmisión de datos de enlace descendente) con sus recursos limitados. Para transmitir un mensaje simultáneamente a varios abonados (por ejemplo, terminales) 106_1-106_n (multidifusión), las ventanas de recepción de los abonados (por ejemplo, terminales) 106_1-106_n deben coordinarse entre sí.
- 40

- [0242]** Sin embargo, en el funcionamiento normal, los abonados (por ejemplo, terminales) 106_1-106_n funcionan de forma completamente asíncrona con otros abonados y con la estación base 104.
- 45

- [0243]** Las emisiones de la estación base 104 a varios abonados (por ejemplo, nodos finales) se denominan multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto). El caso especial de que una emisión se dirija a todos los abonados (por ejemplo, nodos finales) se denomina transmisión (*broadcast*). Esto también está cubierto por ejemplos de realización.
- 50

- [0244]** Las redes (sistemas de comunicación) que utilizan el procedimiento por división de telegramas solo ocupan un pequeño ancho de banda para la emisión individual de un paquete de datos parcial. Sin embargo, dado que para la sincronización es necesaria la recepción de varios paquetes de datos parciales y estos se distribuyen a través de un gran ancho de banda por medio del procedimiento de salto de frecuencia para reducir la susceptibilidad a interferencias, para la sincronización con una señal de división de telegramas sigue siendo necesario considerar un amplio rango de frecuencias para la sincronización inicial.
- 55

60

[0245] En pequeños abonados (a menudo alimentados por baterías) (de bajo coste), no está disponible un procesamiento de datos de alta velocidad (como es necesario para el rango de frecuencia mencionado anteriormente) y, por lo general, no se puede proporcionar un ancho de banda de recepción necesario para ello. Por lo tanto, un abonado (de bajo coste) no tiene la posibilidad de recibir un mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) sin información adicional.

[0246] En este punto se iniciaron los siguientes ejemplos de realización, según los cuales antes del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) se adjuntan los llamados paquetes de datos de sincronización (parciales), que pueden ser utilizados por los abonados dirigidos para la sincronización en tiempo y/o frecuencia.

[0247] Por lo tanto, los ejemplos de realización descritos a continuación permiten a los abonados 106_1-106_n (por ejemplo, incluido el abonado 106_1) que trabajan en una red no sincronizada (sistema de comunicación) 100 sincronizarse en un mensaje a varios abonados (transmisión de datos de punto a multipunto 124). A este respecto, el abonado 106_1 no es capaz de recibir la transmisión de banda ancha del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124 en todo su ancho de banda y procesarla en tiempo real.

[0248] A este respecto, el aspecto principal se aplica al proceso de sincronización en dos etapas, al diseño y al proceso de detección de la secuencia de sincronización, donde se encuentra la información inequívoca sobre la ventana de recepción utilizada.

[0249] La fig. 10 muestra un diagrama de bloques esquemático de un abonado 106_1 y una estación base 104, según un ejemplo de realización de la presente invención.

[0250] El abonado 106_1 (por ejemplo, punto final) puede estar configurado para enviar datos de forma no coordinada con respecto a la estación base 104 y/u otros abonados del sistema de comunicación 100 (véase la fig. 3).

[0251] Además, el abonado 106_1 también puede estar configurado para recibir un paquete de datos de sincronización 126 de una transmisión de datos de punto a multipunto 124 de una estación base 104 del sistema de comunicación 100, donde el paquete de datos de sincronización 126 se transmite en un rango de frecuencia 125 predeterminado o conocido por el abonado de la banda de frecuencia 103 del sistema de comunicación 100.

[0252] Además, el abonado 106_1 también puede estar configurado para recibir, en base al paquete de datos de sincronización 126, un paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124 referenciado al paquete de datos de sincronización 128 en el tiempo y/o frecuencia.

[0253] La estación base 104 puede estar configurada para enviar la transmisión de datos de punto a multipunto 124 a abonados 106_1-106_n del sistema de comunicación 100 que transmiten de forma descoordinada, incluido el abonado 106_1, donde la transmisión de datos de punto a multipunto 124 presenta un paquete de datos de sincronización 126 y un paquete de datos útiles 128 referenciados al paquete de datos de sincronización 126 en el tiempo y/o frecuencia (por ejemplo, sincronizado; por ejemplo, enviado con un intervalo de tiempo y/o frecuencia predeterminado o definido), donde el paquete de datos de sincronización 126 se transmite en un rango de frecuencia 125 predeterminado o conocido por los abonados 106_1-106_n de la banda de frecuencia 103 del sistema de comunicación 100.

[0254] En los ejemplos de realización, el paquete de datos de sincronización 126 puede presentar una información de sincronización, tal como, por ejemplo, una secuencia de sincronización o una secuencia piloto, donde el abonado 106_1 puede estar configurado para sincronizarse con la información de sincronización (por ejemplo, una secuencia de sincronización).

[0255] De este modo, el abonado 106_1 puede conocer, por ejemplo, un momento (relativo) (o lapso de tiempo) y/o una frecuencia (relativa) (o canal de frecuencia) (de la transmisión) del paquete de datos de sincronización 126. Basado en el momento (relativo) (o lapso de tiempo) y/o la frecuencia (relativa) (o canal de frecuencia) del paquete de datos de sincronización 126 y una información sobre un momento (o lapso de tiempo) y/o una frecuencia (o canal de frecuencia) y/o un patrón de salto (por ejemplo, en el caso de TSMA) de la transmisión del paquete de datos útiles 128 (por ejemplo, en relación con o con respecto al paquete de datos de sincronización 126), que puede estar contenido, por ejemplo, en el paquete de datos de sincronización 126 o que se puede derivar de una información transmitida con el paquete de datos de sincronización 126 o que el abonado 106_1 conoce de otro modo, como se define (fijamente), por ejemplo, a partir de una transmisión de datos de enlace descendente anterior 122 o en el sistema, es posible para el abonado 106_1, que envía realmente descoordinado (y asíncrono) en relación con la estación base 104, recibir el paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124 de la estación base 104.

[0256] En los ejemplos de realización, para la señalización de la transmisión de datos de punto a multipunto 124 se puede utilizar una información de señalización que se envía, por ejemplo, con una transmisión de datos de enlace descendente 122 desde la estación base 104 al abonado 106_1.

[0257] En detalle, el abonado 106_1 puede estar configurado para recibir una transmisión de datos de enlace descendente 122 desde la estación base 104 de forma sincronizada temporalmente con una transmisión de datos de enlace ascendente 120 enviada, donde la transmisión de datos de enlace descendente 122 presenta una información de señalización, donde la información de señalización señala la transmisión de la transmisión de datos de punto a multipunto 124, o más precisamente, la transmisión del paquete de datos de sincronización 126 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124.

[0258] A este respecto, el abonado 106_1 puede estar configurado para recibir, en base a la información de señalización, el paquete de datos de sincronización 126 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124.

[0259] En los ejemplos de realización, la información de señalización puede presentar al menos:

- una información sobre un momento (por ejemplo, lapso de tiempo) de la transmisión del paquete de datos de sincronización 126;
- una información sobre el rango de frecuencia 125 (predeterminado) donde se transmite el paquete de datos de sincronización 126;
- una información sobre un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia en base a la que se transmite el paquete de datos de sincronización 126.

[0260] Por ejemplo, la información sobre el momento puede ser un momento absoluto (o lapso de tiempo), un momento relativo (o lapso de tiempo) (por ejemplo, un lapso de tiempo definido entre la transmisión de datos de enlace descendente 122 y la transmisión del paquete de datos de sincronización 126) o una información de la que se puede derivar el momento absoluto o relativo (o lapso de tiempo), tal como, por ejemplo, un número de ciclos de pulso de un oscilador del abonado 106_1.

[0261] Por ejemplo, la información sobre el rango de frecuencia 125 predeterminado puede ser un rango de frecuencia absoluto, tal como, por ejemplo, canales de frecuencia absolutos (por ejemplo, c0, c1, c2; véase la fig. 11), o un rango de frecuencia relativo, tal como, por ejemplo, una distancia entre un canal de frecuencia (por ejemplo, c4) de la transmisión de datos de enlace descendente 122 y el rango de frecuencia predeterminado (por ejemplo, c4-c1 = c3; c4-c2 = c2; c4-c3 = c1; véase la fig. 11).

[0262] Por ejemplo, el paquete de datos de sincronización 126 se puede transmitir en base al procedimiento de transmisión por división de telegramas (TSMA). Durante la transmisión del paquete de datos de sincronización 126 en base al procedimiento de transmisión por división de telegramas, el paquete de datos de sincronización 126 (por ejemplo, la capa física en el modelo OSI) se puede dividir en una pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales, de modo que la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales solo presente una parte del paquete de datos de sincronización 126, donde la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales no se transmiten de forma coherente, sino de forma distribuida en el tiempo y/o frecuencia conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia en el rango de frecuencia 125 predeterminado.

[0263] A continuación, se describen con más detalle ejemplos de realización detallados del abonado 106_1 y de la estación base 104.

2.1 Emisión de paquetes de datos de sincronización (parciales) antes del paquete de datos útiles de la transmisión de datos de punto a multipunto

[0264] Las señales utilizadas en redes típicas (por ejemplo, sistemas de comunicación) 100 con anchos de banda de varios MHz no se pueden recibir y/o procesar por lo general simultáneamente en todo su ancho de banda por los abonados 106_1-106_n que utilizan hardware muy económico y/o funcionan con baterías.

[0265] Típicamente, los chips de radio instalados en dichos abonados 106_1-106_n pueden proporcionar un ancho de banda de unos pocos 100 kHz. La potencia de cálculo de dichos abonados 106_1-106_n también está diseñada de modo que debería ser posible un procesamiento en tiempo real de estos anchos de banda.

[0266] Para que estos abonados 106_1-106_n tengan a pesar de todo la posibilidad de sincronizar su ventana de recepción a una multidifusión (por ejemplo, transmisión de datos de punto a multipunto) 124 para varios abonados 106_1-106_n, los ejemplos de realización permiten transmitir dentro de un ancho de banda de aprox. 100 kHz la información necesaria para la ventana de recepción con su situación de frecuencia y/o tiempo.

[0267] Después de la extracción de los datos necesarios, el abonado 106_1 puede determinar la(s) posición(posiciones) temporal(es) y/o el canal de frecuencia / los canales de frecuencia de la ventana de recepción (por ejemplo, el patrón de salto de los paquetes de datos útiles (parciales) de la transmisión de datos de punto a multipunto 124 y, en consecuencia, mediante la conmutación de la frecuencia portadora, recibir los paquetes de datos

útiles (parciales) del mensaje de multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto 124).

[0268] Para lograr esto, a una distancia definida en el tiempo antes del paquete de datos útiles 128, la transmisión de datos de punto a multipunto 124 se puede enviar un llamado paquete de datos de sincronización (parcial) 126 en una frecuencia definida de forma fija en un momento negociado previamente. Este paquete de datos de sincronización (parcial) 126 se puede utilizar para determinar el inicio del paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124.

[0269] Si se emite un paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124 por medio de un patrón de acceso al canal (o patrón de salto), en este paquete de datos de sincronización (parcial) 126 también se puede obtener información sobre el patrón de acceso al canal (o patrón de salto), así como la situación de tiempo y frecuencia del paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124, o se ha acordado de antemano.

[0270] Una emisión de este tipo de un paquete de datos de sincronización (parcial) 126 antes de la emisión real (del paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto) se puede ver en la fig. 11. A este respecto, el paquete de datos de sincronización (parcial) 126 contiene la información sobre el patrón de acceso al canal (por ejemplo, patrón de salto) utilizado para el paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124. La distancia entre el paquete de datos de sincronización (parcial) 126 y el paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124 puede estar definida de forma fija o disponible como información en el paquete de datos de sincronización (parcial) 126.

[0271] En detalle, la Fig. 11 muestra una ocupación de la banda de frecuencia 103 del sistema de comunicación 100 durante la transmisión de una transmisión de datos de punto a multipunto 124 con un paquete de datos de sincronización 126 y un paquete de datos útiles 128 según un ejemplo de realización de la presente invención. A este respecto, en la fig. 11, las ordenadas describen la frecuencia (canales de frecuencia) y las abscisas el tiempo (lapsos de tiempo).

[0272] Como puede reconocerse en la fig. 11, el paquete de datos de sincronización 126 puede transmitirse en un rango de frecuencia 125 predeterminado (canal de frecuencia c0 en la fig. 11). A este respecto, el rango de frecuencias 125 predeterminado puede comprender, como se indica en la figura 11, por ejemplo, un canal de frecuencia. Por supuesto, el rango de frecuencia 125 predeterminado también puede comprender más de un canal de frecuencia, tal como, por ejemplo, dos o tres canales de frecuencia, siempre que el rango de frecuencia 125 predeterminado sea menor que un ancho de banda de recepción de un receptor del abonado 106_1. Si el paquete de datos de sincronización 126 se transmite en base al procedimiento por división de telegramas, el rango de frecuencia 125 predeterminado también puede ser mayor que el ancho de banda de recepción del receptor del abonado 106_1 según la codificación de canal utilizada.

[0273] Como también se puede reconocer en la fig. 11, el paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124 se puede transmitir en base al procedimiento por división de telegramas (TSMA). En este caso, el paquete de datos útiles 128 (por ejemplo, la capa física en el modelo OSI) se puede dividir en una pluralidad de paquetes de datos útiles parciales 128_1-128_i (i=8), donde la pluralidad de paquetes de datos útiles parciales 128_1-128_i (i=8) se transmiten distribuidos conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia en el tiempo (por ejemplo, a través de varios lapsos de tiempo) y/o frecuencia (por ejemplo, a través de varios canales de frecuencia).

[0274] Por lo tanto, el paquete de datos de sincronización 128 puede presentar información sobre el patrón de salto de tiempo y/o frecuencia, donde el abonado 106_1 puede estar configurado para recibir la pluralidad de los paquetes de datos útiles parciales 128_1-128_i (i=8) en base a la información sobre el patrón de salto de tiempo y/o frecuencia.

[0275] En otras palabras, la fig. 11 muestra una emisión de un paquete de datos de sincronización (parcial) 126 antes de la emisión real del paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124.

[0276] En los ejemplos de realización, antes de la emisión del paquete de datos útiles 128, la transmisión de datos de punto a multipunto 124 puede emitirse de forma referenciada temporalmente un paquete de datos de sincronización (parcial) 126, que contiene, por ejemplo, la información necesaria sobre el patrón de acceso al canal/patrón de salto utilizado para el paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124.

2.2 Información a los abonados sobre una multidifusión inminente (por ejemplo, transferencia de datos de punto a multipunto)

[0277] Normalmente, los abonados 106_1-106_n trabajan asincrónicamente entre sí en la red (por ejemplo, sistema de comunicación) 100 y solo están listos para recibir un mensaje (por ejemplo, transmisión de datos de enlace

descendente 122) después de enviar un telegrama (por ejemplo, transmisión de datos de enlace ascendente 120) a la estación base 104, como es el caso, por ejemplo, en el sistema de comunicación especificado en el estándar ETSI TS 103 357 [4].

5 **[0278]** Para que los abonados (por ejemplo, dispositivos) 106_1-106_n sigan teniendo la posibilidad de recibir una multidifusión (transmisión de datos de punto a multipunto) 124, se informa a cada uno individualmente de que una multidifusión (por ejemplo, transmisión de datos de punto a multipunto) 124 está pendiente para ellos. Además, también se puede transmitir la frecuencia exacta de la multidifusión (por ejemplo, transmisión de datos de punto a multipunto) 124, como se explicó, por ejemplo, en la sección 1.

10

[0279] Además de la señalización del mensaje de multidifusión (por ejemplo, transmisión de datos de punto a multipunto) 124 según la sección 1, la estación base 104 puede transmitir la información sobre el tiempo y la frecuencia con respecto al decalado del cristal de cuarzo actual del abonado 106_1. Otra posibilidad sería comunicar el decalado del cristal de cuarzo directamente al abonado 106_1, de modo que este último pueda realizar la compensación por sí mismo.

15

[0280] En los ejemplos de realización, además de la señalización del momento del mensaje de multidifusión (por ejemplo, transmisión de datos de punto a multipunto) 124 según la sección 1, se puede transmitir individualmente a cada abonado información sobre el tiempo y/o la frecuencia en relación con y/o el patrón de salto al decalado del cristal de cuarzo actual del abonado.

20

[0281] La información sobre una próxima multidifusión (por ejemplo, transmisión de datos de punto a multipunto) 124 también se puede realizar con varios días de antelación. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que, en este caso, el cristal de cuarzo del abonado 106_1 puede presentar desviaciones considerables. Por ejemplo, un reloj de cristal de cuarzo simple con ± 60 ppm presentaría una desviación de ± 36 s después de 7 días. Mediante una calibración con el cristal de cuarzo HF que, por ejemplo, tiene una precisión de ± 20 ppm, la imprecisión se reduce a 12 segundos durante 7 días.

25

[0282] En los ejemplos de realización, en lugar de la señalización del inicio de la multidifusión real (por ejemplo, la transmisión de datos de punto a multipunto 124 real, es decir, el paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124) como se describe en la sección 1, el inicio del paquete de datos de sincronización (parcial) 126 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124 se puede señalar en el mensaje de enlace descendente individual (transmisión de datos de enlace descendente 122).

30

35 2.3 División del paquete de datos de sincronización en varios paquetes de datos de sincronización parciales

[0283] Al comienzo de la sección 2 se introdujo un paquete de datos de sincronización (parcial) 126 que se emite con referencia temporal a un siguiente paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124. Este paquete de datos de sincronización (parcial) 126 también puede contener la información de cómo se compone el patrón de acceso al canal (o patrón de salto) del paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124.

40

[0284] En comparación con el paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124, que típicamente se divide en varios paquetes de datos parciales (por ejemplo, paquetes de datos útiles parciales) 128_1-128_i, el paquete de datos de sincronización (parcial) 126 en el ejemplo de realización mostrado en la fig. 11 es solo una única transmisión (por ejemplo, un elemento de recurso ocupado).

45

[0285] Si hay una interferencia durante esta transmisión, por lo general no es posible para los abonados 106_1-106_n extraer los datos de este paquete de datos de sincronización (parcial) 126.

50

[0286] El ancho de banda típico de un canal de frecuencia en la fig. 11 está por debajo de 50 kHz. Sin embargo, los abonados de bajo coste 106_1-106_n pueden procesar típicamente hasta 100 kHz y más en tiempo real.

[0287] Por lo tanto, los abonados 106_1-106_n pueden recibir y buscar al menos dos canales de frecuencia en paralelo.

55

[0288] También es aconsejable dividir el paquete de datos de sincronización (parcial) 126 por medio del procedimiento de transmisión por división de telegramas. Debido al tamaño muy limitado de los datos útiles en el paquete de datos de sincronización (parcial) 126, típicamente no se necesitan más de cinco paquetes de datos parciales (por ejemplo, paquetes de datos de sincronización parciales).

60

[0289] Si se utiliza una codificación que permite que se pierda al menos un paquete de datos parcial (por ejemplo, paquete de datos de sincronización parcial), se puede seleccionar el patrón de salto para el paquete de datos de sincronización dividido 126 de modo que se ocupe un ancho de banda mayor que el que puede recibir el abonado de bajo coste. Solo es importante que el abonado de bajo coste pueda recibir siempre, independientemente del offset

65

del cristal de cuarzo, al menos el número mínimo de canales de frecuencia necesarios.

[0290] Un ejemplo de esto está esbozado en la fig. 12. Allí, el paquete de datos de sincronización 126 se subdividió en tres paquetes de datos parciales (paquetes de datos de sincronización parciales) 126_1-126_k ($k=3$) y se transmitió en los canales de frecuencia c_0 a c_2 . Entre los paquetes de datos parciales (paquetes de datos de sincronización parciales) 126_1-126_k ($k=3$) también se podría insertar una pausa en la transmisión y la disposición de los paquetes de datos parciales 126_1-126_k ($k=3$) se podría seleccionar de forma diferente a las frecuencias. Solo es importante que esta estructura (por ejemplo, el patrón de salto) sea conocida de antemano por el abonado 106_1.

[0291] En detalle, la fig. 12 muestra en un diagrama una ocupación de la banda de frecuencia 103 del sistema de comunicación 100 durante la transmisión de una transmisión de datos de punto a multipunto 124 con un paquete de datos de sincronización 126 y un paquete de datos útiles 128, donde el paquete de datos de sincronización 126 se divide entre una pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k ($k=3$) y el paquete de datos útiles 128 se divide entre una pluralidad de paquetes de datos útiles parciales 128_1-128_i ($i=8$), según un ejemplo de realización de la presente invención. A este respecto, en la fig. 12, las ordenadas describen la frecuencia (canales de frecuencia) y las abscisas el tiempo (lapsos de tiempo). En otras palabras, la figura 12 muestra una subdivisión del paquete de datos de sincronización 126 en tres paquetes de datos parciales (paquetes de datos de sincronización parciales) 126_1-126_k ($k=3$), transmitiéndose estos en diferentes frecuencias.

[0292] Como se puede reconocer en la fig. 12, los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k ($k=3$) se pueden transmitir en diferentes canales de frecuencia (en la fig. 12, los canales de frecuencia c_0 , c_1 y c_2) dentro del rango de frecuencia 125 predeterminado. A este respecto, el rango de banda de frecuencia 125 predeterminado puede ser menor o igual al ancho de banda de recepción del receptor del abonado 106_1. Si los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k ($k=3$) están codificados por canal, de modo que para la decodificación exitosa del paquete de datos de sincronización 126 no son necesarios todos los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k sino solo una parte de los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k, el rango de frecuencia 125 predeterminado también puede ser mayor que el ancho de banda de recepción del receptor del abonado 106_1, siempre que se garantice que por cada rango de frecuencia parcial dentro del rango de frecuencia 125 predeterminado se transmiten al menos tantos de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k como sean necesarios para la decodificación exitosa del paquete de datos de sincronización 126, correspondiendo cada uno de los uno o varios rangos de frecuencia parciales como máximo al ancho de banda de recepción del receptor del abonado 106_1.

[0293] En la fig. 12, el paquete de datos de sincronización 126 está dividido para la ilustración en tres paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k ($k=3$), el paquete de datos de sincronización 126 puede dividirse en k paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k en el caso de ejemplos de realización, donde k es un número natural mayor que dos, $k > 2$.

[0294] En los ejemplos de realización, el envío del paquete de datos de sincronización 126 se puede dividir en paquetes de datos parciales (paquetes de datos de sincronización parciales) 126_1-126_k, donde estos se colocan de modo que un abonado Low-Cost (es decir, un abonado de bajo coste) 106_1 pueda recibir al menos una parte de estos paquetes de datos parciales (paquetes de datos de sincronización parciales) 126_1-126_k. Esto significa que dentro del ancho de banda del receptor de bajo coste se encuentra al menos el número mínimo de paquetes de datos parciales (paquetes de datos de sincronización parciales) 126_1-126_k necesarios para una recepción sin errores.

2.4 Distribución de la carga de envío y recepción entre la estación base y el abonado

[0295] Si la notificación de una multidifusión (por ejemplo, transmisión de datos de punto a multipunto) 124 se realiza mucho antes de la multidifusión (por ejemplo, transmisión de datos de punto a multipunto) 124, la diferencia de tiempo entre la transmisión supuesta y la transmisión real puede ser de varios segundos debido a los decalados de tiempo de referencia (por ejemplo, debido a offsets de cristal de cuarzo) entre la estación base 104 y el abonado 106_1, tal como, por ejemplo, ± 36 s. Para que el abonado 106_1 pueda recibir el número mínimo de símbolos necesarios, o bien es necesario que el abonado reciba 106_1 durante mucho tiempo, tal como, por ejemplo, 72 s, o que la estación base 104 envíe repeticiones muy a menudo.

[0296] En los ejemplos de realización, (por ejemplo, la estación base 104 puede estar configurada para) repetirse/repetir la emisión del paquete de datos de sincronización 126 tan frecuentemente que la duración de la secuencia completa (por ejemplo, la emisión múltiple del paquete de datos de sincronización 126) sea más larga que el decalado máximo (por ejemplo, el decalado de tiempo) entre la estación base 104 y el abonado 106_1.

[0297] En los ejemplos de realización, el área de búsqueda del receptor (por ejemplo, del abonado 106_1) puede ser más largo que el decalado de tiempo máximo posible (por ejemplo, debido a offsets del cristal de cuarzo) entre la estación base 104 y el abonado 106_1.

[0298] En relación con la primera opción, debe tenerse en cuenta que la estación base 104 a menudo solo

tiene un tiempo de envío limitado por unidad de tiempo (por ejemplo, SRD en EU 10% Duty Cycle es de 6 minutos por hora). En la segunda opción, el abonado debe recibir durante mucho tiempo. Esto puede no ser posible debido a los recursos limitados, en forma de una batería, la memoria de trabajo disponible y el tiempo de cálculo de la CPU. La solución es que la estación base emite la secuencia de sincronización (por ejemplo, el paquete de datos de sincronización 126) más a menudo (por ejemplo, varias veces) y el abonado 106_1 busca una emisión más a menudo. Mediante distancias primas entre distancia de emisión y distancia de ventana de recepción se puede aumentar la probabilidad de que la emisión (por ejemplo, del paquete de datos de sincronización 126) esté en el momento de la ventana de recepción.

10 **[0299]** En los ejemplos de realización, las distancias entre las emisiones repetidas de los paquetes de datos de sincronización (parciales) 126 pueden ser primas entre sí.

[0300] En los ejemplos de realización, las distancias de las ventanas de recepción del abonado 106_1 pueden ser primas entre sí. Por ejemplo, el abonado 106_1 puede estar configurado para seleccionar distancias primas entre sí al seleccionar las ventanas de recepción.

[0301] Un ejemplo de esto se muestra en la fig. 13 La estación base 104 envía los paquetes de datos de sincronización (parciales) 126 (secuencia de sincronización) cuatro veces y el abonado 106_1 intenta encontrar la secuencia tres veces. Las distancias entre las emisiones (de los paquetes de datos de sincronización (parciales) 126) y las ventanas de recepción 129 se pueden seleccionar ortogonalmente (por ejemplo, primas entre sí) para aumentar la probabilidad de superposición.

[0302] En detalle, la fig. 13 muestra una ocupación del rango de frecuencia 125 predeterminado durante la emisión repetida del paquete de datos de sincronización 126, donde el paquete de datos de sincronización se divide en una pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k ($k=3$), que se transmiten distribuidos conforme a un patrón de salto de tiempo y frecuencia en el rango de frecuencia predeterminado, según un ejemplo de realización de la presente invención. A este respecto, las ordenadas describen la frecuencia y las abscisas el tiempo. En otras palabras, la fig. 13 muestra una repetición múltiple de los paquetes de datos de sincronización (parciales) 126 y una búsqueda múltiple de los mismos.

[0303] Como se puede reconocer en la fig. 13, las distancias t_1 entre las ventanas de recepción 129 del abonado y las distancias t_2 entre la emisión repetida del paquete de datos de sincronización 126 o la emisión repetida de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k ($k=3$) pueden ser primas entre sí.

35 2.5 Variación de las frecuencias de los paquetes de datos de sincronización (parciales)

[0304] En los ejemplos de realización descritos en las secciones 2.1, 2.3 y 2.4, el/los paquete(s) de datos de sincronización (parcial(es)) 126 se transmite en la misma frecuencia o en las mismas frecuencias (adyacentes) para permitir a los abonados de bajo coste una sincronización con el paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124.

[0305] La emisión del paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124 se realiza en un rango de frecuencia mayor. Por lo tanto, la inmunidad al ruido del paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124 es mayor en comparación con el/los paquete(s) de datos de sincronización (parcial(es)) 126. Además, en escenarios estáticos puede ocurrir que los pocos canales de frecuencia de los paquetes de datos de sincronización (parciales) 126 se encuentren exactamente en un orificio de atenuación y, por lo tanto, nunca se recibirán por un abonado. Además, en algunas regiones (por ejemplo, EE. UU.) puede ser necesario ocupar varias frecuencias de manera uniforme para obtener una certificación (por ejemplo, según la FCC).

[0306] Este problema puede evitarse realizando la emisión de los paquetes de datos de sincronización (parciales) 126_1-126_k varias veces en diferentes frecuencias. Este esquema está representado en la fig. 14. Allí se ocupan los canales de frecuencia c0 a c2 para la primera emisión (por ejemplo, de los paquetes de datos de sincronización (parciales) 126_1-126_k) y los canales c3 a c5 para la segunda emisión (por ejemplo, de los paquetes de datos de sincronización (parciales) 126_1-126_k). En el caso de otras emisiones (por ejemplo, los paquetes de datos de sincronización (parciales) 126_1-126_k), los canales de frecuencia c6 a c8 podrían ocuparse en consecuencia.

[0307] En detalle, la fig. 14 muestra una ocupación de la banda de frecuencia 103 del sistema de comunicación 100 durante la transmisión de una transmisión de datos de punto a multipunto 104 con una pluralidad de paquetes de datos útiles parciales 128_1-128_i ($i=8$) y una emisión repetida de paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k en diferentes rangos de frecuencia parciales 125_1 y 125_2 del rango de frecuencia 125 predeterminado, según un ejemplo de realización de la presente invención. En la fig. 14, las ordenadas describen la frecuencia (canales de frecuencia) y las abscisas el tiempo (lapsos de tiempo).

[0308] En los ejemplos de realización, los rangos de frecuencias parciales 125_1 y 125_2 pueden ser

respectivamente más pequeños que un ancho de banda de recepción del receptor del abonado 106_1 o del receptor del abonado 106_1-106_n del sistema de comunicación 100.

[0309] En otras palabras, la fig. 14 muestra una variación de los canales de frecuencia de los paquetes de datos de sincronización (parciales) 126_1-126_k.

[0310] Por lo tanto, por ejemplo, un abonado 106_1 que no detecta ningún paquete de datos de sincronización (parcial) 126_1-126_k en los canales c0 a c2 puede cambiar el canal y buscar allí de nuevo paquetes de datos de sincronización (parciales) 126_1-126_k. Si no detecta nada allí, podría volver a cambiar de canal y así sucesivamente.

[0311] Esto también permite a los abonados (por ejemplo, nodos) que están expuestos localmente a una perturbación continua en ciertos canales parciales o que están en un orificio de atenuación participar en la multidifusión (por ejemplo, transmisión de datos de punto a multipunto) 124.

[0312] En el ejemplo de realización, para la ilustración, se selecciona una secuencia ascendente de canales de frecuencia para los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k sucesivos. No obstante, esto no es estrictamente necesario, de modo que en otros ejemplos de realización, por ejemplo, una secuencia diferente de canales de frecuencia (por ejemplo: emisión n: c0,c1,c2, emisión n+1: c10,c11,c12, emisión n+2: c5,c6,c7, etc.) se puede determinar.

[0313] En los ejemplos de realización, los canales de frecuencia, que se utilizan para la emisión de los paquetes de datos de sincronización (parciales) 126_1-126_k, pueden ser variables en el tiempo. A este respecto, puede haber una periodicidad temporal con la que se repita todo el patrón de la secuencia de canales.

[0314] Para maximizar la seguridad de transmisión, es posible derivar los paquetes de datos de sincronización (parciales) 126_1-126_k de los diferentes lapsos de tiempo (en inglés timeslots) a partir de la misma información de sincronización para poder utilizar con ello cualquier combinación de los paquetes de datos de sincronización (parciales) 126_1-126_k para la reconstrucción de los datos. Si este es el caso, el receptor (por ejemplo, el abonado 106_1) no puede determinar de forma unívoca qué decalado de frecuencia está presente en los lapsos de tiempo (ingl. timeslots) mientras se mantiene el agrupamiento, ya que no puede determinar si los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k pertenecían a la emisión n o n+1, si el decalado de frecuencia es mayor que la distancia de los clústeres.

[0315] A este respecto, la denominación clúster se refiere aquí a la emisión de los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k. Por ejemplo, una primera emisión de los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k (k=3) puede denominarse como primer clúster 130_1, mientras que una segunda emisión de los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k (k=3) puede denominarse como segundo clúster 130_2 (véase la fig. 14).

[0316] En los ejemplos de realización, los clústeres 130_1-130_2 pueden estar separados entre sí en frecuencia al menos hasta tal punto que no sea posible una sincronización accidental, mediante decalado de frecuencia, sobre el clúster desplazado en el rango de frecuencia.

[0317] Dentro de un clúster 130_1-130_2, puede ser ventajoso saber exactamente qué paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k se han recibido. Si, por ejemplo, en una agrupación de 3 c0+c1+c2 se altera uno de los dos paquetes de datos de sincronización (parciales) exteriores 126_1-126_k, es decir, c0 o c2, entonces el abonado (p. ej. nodo) 106_1 puede sincronizar con éxito y gracias a la protección contra errores también decodificar, pero no sabe si ha recibido c0+c1 o c1+c2.

[0318] Si los canales de frecuencia cX y cX+1 están lo suficientemente separados entre sí como para que, a pesar del desplazamiento de frecuencia, se pueda determinar de forma unívoca en qué cX se ha enviado el paquete de datos de sincronización (parcial), ya no se da esta ambigüedad.

[0319] En los ejemplos de realización, los canales de frecuencia dentro de un clúster 130_1-130_2 pueden estar al menos tan separados en frecuencia entre sí que incluso con decalado de frecuencia, los canales adyacentes no se superpongan.

[0320] Otra vía de solución es diseñar los clústeres 130_1-130_2 de modo que el patrón de salto de frecuencia dentro del clúster sea unívoco. Así, por ejemplo, ninguna escalera como se muestra en la fig. 14, sino la secuencia c0+c2+c1, que, tras la detección exitosa de al menos dos paquetes de datos de sincronización (parciales) 126_1-126_k, determina de forma unívoca qué paquetes de datos de sincronización (parciales) 126_1-126_k se recibieron.

[0321] En los ejemplos de realización, los clústeres 130_1-130_2 de los paquetes de datos de sincronización (parciales) 126_1-126_k se pueden seleccionar de tal manera que no haya intervalos idénticos repetitivos en el tiempo y/o frecuencia de los paquetes de datos de sincronización (parciales) 126_1-126_k dentro del clúster.

[0322] Otra posibilidad es que la posición de frecuencia del clúster 130_1-130_2 se identifique mediante la distancia al paquete de datos útiles 128 o los paquetes de datos útiles parciales 128_1-128_i de la transmisión de datos de punto a multipunto 124.

[0323] En los ejemplos de realización, los clústeres 130_1-130_2 pueden tener una gran distancia en el tiempo de tal manera que puedan ser asignados inequívocamente por el abonado 106_1.

2.6 Clústeres entrelazados con la emisión repetida de los paquetes de datos de sincronización (parciales) antes de un paquete de datos útiles de la transmisión de datos de punto a multipunto

[0324] Si, como se describe en la sección 2.4, los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k se emiten repetidamente, existe la posibilidad de anidar al menos dos emisiones en el tiempo. Esto se puede ver en la fig. 15 para una emisión doble en una subdivisión (por ejemplo, del paquete de datos de sincronización 126) en tres paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k (k=3).

[0325] En detalle, la fig. 15 muestra una ocupación de la banda de frecuencia 103 del sistema de comunicación 100 durante la transmisión de una transmisión de datos de punto a multipunto 104 con una pluralidad de paquetes de datos útiles parciales 128_1-128_i (i=8) y una emisión repetida de paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k (k=3), donde la emisión repetida de paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k (k=3) están anidados entre sí, según un ejemplo de realización de la presente invención. En la fig. 15, las ordenadas describen la frecuencia (canales de frecuencia) y las abscisas el tiempo (lapsos de tiempo). En otras palabras, la fig. 15 muestra un anidamiento temporal de dos emisiones de paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k (k=3).

[0326] La ventaja de este anidamiento temporal radica en la inmunidad a interferencias, ya que entre canales de frecuencia adyacentes está presente un intervalo de tiempo mayor. Con respecto a las propiedades para una sincronización de un abonado 106_1, nada cambia para este, excepto que hay una latencia más alta al recibir los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k. Esto no es trágico, ya que el abonado 106_1 después de recibir los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k debe esperar de todos modos hasta que pueda recibir el paquete de datos útiles 128 o la pluralidad de paquetes de datos útiles parciales 128_1-128_i de la transmisión de datos de punto a multipunto 124.

[0327] Dado que la distancia entre el último paquete de datos de sincronización parcial 126_3 y el inicio del primer paquete de datos útiles parcial 128_1 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124 varía aquí del clúster 130_1 al clúster 130_2, esta distancia (es decir, el inicio temporal del primer paquete de datos útiles parcial 128_1 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124) puede conocerse de antemano por el abonado 106_1 o señalizarse adecuadamente.

[0328] En los ejemplos de ejecución, con la emisión repetida de los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k (por ejemplo, antes de un paquete de datos útiles (parcial) 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124), se pueden anidar las repeticiones (por ejemplo, de los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k).

[0329] En caso de repetición múltiple, todas las emisiones (por ejemplo, los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k) se pueden anidar entre sí, donde se deja una pausa entre los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k de una transmisión que corresponde al número de repeticiones.

[0330] En el ejemplo de la fig. 15, se aplica una repetición simple (por ejemplo, de paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k), de modo que entre los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k de la primera emisión r0 se realizan pausas para respectivamente un salto (en inglés, *hop*), más concretamente la duración de un paquete de datos de sincronización parcial. En caso de repetición doble (por ejemplo, de paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k), la pausa sería de dos saltos (en inglés, *hop*) (por ejemplo, paquetes de datos de sincronización parcial) y así sucesivamente.

[0331] La emisión r1 comienza entonces con el mismo patrón (corresponde a un clúster) en el paso de tiempo t1. La elección equidistante de las distancias garantiza que no se produzcan superposiciones temporales entre las repeticiones.

[0332] Si se utilizan dos repeticiones, la segunda repetición comenzaría en el lapso de tiempo t2.

[0333] En los ejemplos de realización se puede utilizar un clúster básico (por ejemplo, patrón de salto básico), que se utiliza en todas las emisiones repetidas (por ejemplo, de paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k).

[0334] En los ejemplos de realización, los intervalos de tiempo entre los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k dentro del clúster pueden corresponder al número de repeticiones (por ejemplo, los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k).

5 2.7 Progresión cíclica virtual de la secuencia en la recepción parcial con correlación cíclica

[0335] Si el abonado (por ejemplo, nodo final) 106_1 no conoce la ubicación temporal exacta de los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k, puede recibir al menos el doble de la longitud de la secuencia para obtenerla una vez completa. Siempre que la estación base 104 repita constantemente los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k (por ejemplo, sin pausa temporal).

[0336] Para reducir el tiempo de recepción a exactamente la longitud de los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k, el receptor (por ejemplo, el abonado 106_1) puede correlacionar cíclicamente los paquetes de datos de sincronización parciales recibidos y, por lo tanto, recibir la secuencia independientemente de la posición de los datos recibidos. Para ello, la emisión (por ejemplo, de los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k) debe realizarse de forma coherente a lo largo de toda la longitud, tal como, por ejemplo, con una interfaz SDR (SDR = Software Defined Radio).

[0337] La fig. 16 muestra en un diagrama una ocupación del rango de frecuencia 125 predeterminado para una emisión periódica de paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k ($k=3$), así como una ventana de recepción 129 del receptor del abonado 106_1 para la recepción de los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k ($k=3$), según un ejemplo de realización de la presente invención. A este respecto, en la fig. 16, las ordenadas describen la frecuencia y las abscisas el tiempo. En otras palabras, la figura 16 muestra una recepción cíclica de la secuencia de sincronización (por ejemplo, paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k ($k=3$)).

[0338] En los ejemplos de realización, el receptor (por ejemplo, del abonado 106_1) puede utilizar la periodicidad de los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k ($k=3$) para una correlación cíclica.

[0339] Para una recepción más robusta, es posible realizar la correlación cíclica solo en paquetes de datos de sincronización parciales recibidos por completo. En este caso, la ventana de recepción 129 se extiende a la longitud de, por ejemplo, cuatro paquetes de datos de sincronización parciales. Por lo tanto, siempre se reciben tres paquetes de datos de sincronización parciales por completo y se pueden combinar en una secuencia. La correlación se puede realizar en el rango de tiempo o frecuencia (por ejemplo, a través de una FFT).

[0340] La fig. 17 muestra en un diagrama una ocupación del rango de frecuencia 125 predeterminado para una emisión periódica de paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k ($k=3$), así como una ventana de recepción 129 del receptor del abonado 106_1 para la recepción de los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k ($k=3$), donde una longitud de la ventana de recepción 129 corresponde a una longitud de cuatro paquetes de datos de sincronización parciales, según un ejemplo de realización de la presente invención. A este respecto, en la fig. 17, las ordenadas describen la frecuencia y las abscisas el tiempo. En otras palabras, la figura 17 muestra una recepción cíclica de la secuencia de sincronización (por ejemplo, paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k ($k=3$)) a nivel de paquete de datos de sincronización parcial.

[0341] En los ejemplos de realización, el receptor (por ejemplo, el abonado 106_1) puede utilizar la periodicidad de los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k para una correlación cíclica a nivel de paquete de datos de sincronización parcial.

[0342] Además, también es posible una combinación de los ejemplos de realización de las secciones 2.4, 2.5 y 2.6, como se muestra en la fig. 18.

[0343] En detalle, la fig. 18 muestra en un diagrama una ocupación del rango de frecuencia 125 predeterminado en caso de una emisión repetida de paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k ($k=3$), así como dos ventanas de recepción 129_1 y 129_2 del receptor del abonado 106_1 para la recepción de los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k ($k=3$), donde las emisiones repetidas de los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k ($k=3$) son versiones desplazadas entre sí en el tiempo y la frecuencia, según un ejemplo de realización de la presente invención. A este respecto, en la fig. 18, las ordenadas describen la frecuencia y las abscisas el tiempo. En otras palabras, la figura 18 muestra una recepción cíclica de la secuencia de sincronización (por ejemplo, paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k) en base al nivel de paquete de datos de sincronización parcial en diferentes frecuencias.

2.8 Velocidades de código diferentes

[0344] Para garantizar la máxima seguridad de transmisión posible, es ventajoso proveer los datos transmitidos con un código de protección contra errores. Dependiendo de los requisitos del sistema (sistema de comunicación) 100,

puede ser necesario que se utilicen más paquetes de datos de sincronización (parciales) para que el umbral donde se puede sincronizar el paquete (por ejemplo, paquete de datos de sincronización parcial) se sitúe al menos por debajo del umbral donde se puede decodificar.

5 **[0345]** Si, por ejemplo, se utiliza una protección contra errores muy baja (por ejemplo, código de plegado con velocidad de código $\frac{1}{4}$) en el paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124, entonces este paquete es decodificable, por ejemplo, hasta un SNR de 0 dB. Si ahora se emiten muy pocos paquetes de datos de sincronización (parciales) 126_1-126_k (por ejemplo, protección contra errores de alta velocidad (por ejemplo, código de plegado con velocidad de código $\frac{1}{2}$)), puede suceder que los paquetes de datos de sincronización
10 (parciales) 126_1-126_k solo se puedan sincronizar con éxito hasta un SNR de +3dB. En este caso, la elevada protección contra errores en el paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124 sería energía desperdiciada en la emisión del paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124, ya que sin una sincronización de los paquetes de datos de sincronización (parciales) 126_1-126_k no se puede recibir el paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124, ya que no se conoce su
15 posición y/o patrón de salto.

[0346] En consecuencia, el número de paquetes de datos de sincronización (parciales) 126_1-126_k se puede adaptar al código de protección contra errores a utilizar del paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124.
20

[0347] En los ejemplos de ejecución, el número de paquetes de datos de sincronización (parciales) 126_1-126_k se puede adaptar a la protección contra errores utilizada en el paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124.

25 **[0348]** Dado que la información en el paquete de datos de sincronización (parcial) también debe ser decodificable en el mismo umbral que el paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124, puede ser ventajoso proveer el paquete de datos de sincronización 126 con un código de protección contra errores equivalente al paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124.

30 **[0349]** En los ejemplos de realización, el paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124 y el paquete de datos de sincronización 126 pueden utilizar el mismo código de protección contra errores.

[0350] En los ejemplos de ejecución, el paquete de datos útiles 128 de la transmisión de datos de punto a multipunto 124 y el paquete de datos de sincronización 126 pueden utilizar códigos de protección contra errores que tienen un rendimiento comparable.
35

[0351] Si el paquete de datos de sincronización 126 es muy corto, entonces puede ser útil utilizar un código de repetición simple en lugar de un código de protección contra errores común (por ejemplo, código de plegado) y
40 empaquetar la información completa en cada paquete de datos de sincronización parcial 126_1-126_k.

[0352] En los ejemplos de realización, todos los paquetes de datos de sincronización parciales 126_1-126_k pueden ser simbólicamente idénticos.

45 3. Otros ejemplos de realización

[0353] Los ejemplos de realización descritos a continuación se pueden implementar o aplicar por sí solos o también en combinación con los ejemplos de realización descritos anteriormente.

50 **[0354]** La fig. 19 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 240 para el funcionamiento de un abonado que transmite de forma no coordinada de un sistema de comunicación, según un ejemplo de realización de la presente invención. El procedimiento 240 comprende una etapa 242 de la recepción de un paquete de datos de sincronización de una transmisión de datos de punto a multipunto de una estación base del sistema de comunicación, donde el paquete de datos de sincronización se transmite en un rango de frecuencia predeterminado o conocido por el abonado
55 de la banda de frecuencia del sistema de comunicación. Además, el procedimiento 240 comprende una etapa 244 de la recepción, en base al paquete de datos de sincronización, de un paquete de datos útiles de la transmisión de datos de punto a multipunto referenciado al paquete de datos de sincronización en el tiempo y/o frecuencia [por ejemplo, sincronizado; por ejemplo, enviado con un intervalo de tiempo y/o frecuencia predeterminado].

60 **[0355]** La fig. 20 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 250 para el funcionamiento de una estación base de un sistema de comunicación, según un ejemplo de realización de la presente invención. El procedimiento 250 comprende una etapa 252 del envío de una transmisión de datos de punto a multipunto a una pluralidad de abonados del sistema de comunicación que transmiten de forma no coordinada, donde la transmisión de datos de punto a multipunto presenta un paquete de datos de sincronización y un paquete de datos útil referenciado al paquete de datos
65 de sincronización en el tiempo y/o frecuencia [por ejemplo, sincronizado; por ejemplo, enviado con un intervalo de

tiempo y/o frecuencia predeterminado y/o patrón de salto de tiempo y/o patrón de salto de frecuencia], donde el paquete de datos de sincronización se transmite en un rango de frecuencia predeterminado o conocido por los abonados de la banda de frecuencia del sistema de comunicación.

5 **[0356]** Los ejemplos de realización de la presente invención se utilizan en sistemas de comunicación para la transmisión por radio de datos de abonados (por ejemplo, terminales) a una estación base o de una/varias estaciones base a abonados (por ejemplo, terminales). Por ejemplo, el sistema de comunicación puede ser una red personal (en inglés, *Personal Area Network*, PAN) o una red de área amplia de baja potencia de baja energía (en inglés, *Low Power Wide Area Network*, LPWAN), donde los abonados (por ejemplo, terminales) pueden ser, por ejemplo, sensores
10 alimentados por batería (nodos sensores).

[0357] Los ejemplos de realización de la presente invención están dirigidos a casos de aplicación donde un mensaje (por ejemplo, paquete de datos) a varios abonados (multidifusión) en varios paquetes de datos parciales por medio del llamado procedimiento por división de telegramas (en inglés, *Telegram-Splitting-Multiple-Access*, TSMA).
15

[0358] Los ejemplos de realización de la presente invención se refieren a un sistema (sistema de comunicación) para la transmisión digital de datos a través de un sistema de transmisión por radio. A este respecto, los datos enviados se transmiten típicamente en varios canales de frecuencia parciales de todo el ancho de banda disponible. Los ejemplos de realización de la presente invención se pueden utilizar en las denominadas redes no coordinadas (sistemas de comunicación), donde los abonados de radio transmiten sus datos de forma no coordinada (sin ocupación
20 previa de un recurso de radio).

[0359] Los ejemplos de realización de la presente invención se pueden aplicar, por ejemplo, en un sistema de comunicación, tal como se define en el estándar ETSI TS 103 357 [4].
25

[0360] Los ejemplos de realización crean un abonado [por ejemplo, punto final] de un sistema de comunicación, [donde el sistema de comunicación se comunica de forma inalámbrica en una banda de frecuencia [por ejemplo, banda ISM], que es utilizada por una pluralidad de sistemas de comunicación [por ejemplo, no coordinados entre sí], donde el abonado está configurado para enviar datos de forma no coordinada con respecto a otros abonados y/o una estación
30 base del sistema de comunicación, donde el abonado está configurado para recibir una transmisión de datos de enlace descendente desde la estación base de forma sincronizada temporalmente con una transmisión de datos de enlace ascendente enviada a la estación base del sistema de comunicación, donde la transmisión de datos de enlace descendente presenta una información de señalización, donde el abonado está configurado para recibir una transmisión de datos de punto a multipunto [por ejemplo, transmisión de datos de multidifusión] desde la estación base
35 en base a la información de señalización.

[0361] En los ejemplos de realización, la información de señalización puede presentar una información sobre un momento de la transmisión de datos de punto a multipunto.

40 **[0362]** Por ejemplo, la información sobre el momento puede ser un momento absoluto, un momento relativo (por ejemplo, un lapso de tiempo definido entre la transmisión de datos de enlace descendente y la transmisión de datos de punto a multipunto] o una información de la que puede deducirse el momento absoluto o relativo, tal como, por ejemplo, un número de ciclos de un oscilador del abonado.

45 **[0363]** En los ejemplos de realización, la información de señalización también puede presentar además información sobre un canal de frecuencia [por ejemplo, de la banda de frecuencia utilizada por el sistema de comunicación] de la transmisión de datos de punto a multipunto.

[0364] Por ejemplo, la información sobre el canal de frecuencia puede ser un canal de frecuencia absoluto o
50 un canal de frecuencia relativo [por ejemplo, una distancia entre un canal de frecuencia de la transmisión de datos de enlace descendente y un canal de frecuencia de la transmisión de datos de punto a multipunto].

[0365] En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de punto a multipunto puede presentar una pluralidad de subpaquetes de datos, que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia según un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia, donde la información de señalización presenta además una información sobre el patrón
55 de salto de tiempo y/o de frecuencia.

[0366] Por ejemplo, la transmisión de datos de punto a multipunto puede ser una transmisión de datos basada en la división de telegramas. En una transmisión de datos basada en la división de telegramas, los datos a transmitir
60 [por ejemplo, datos útiles [codificados] de la capa física] se dividen en una pluralidad de subpaquetes de datos, de modo que la pluralidad de subpaquetes de datos solo presenta una parte de los datos a transmitir, de modo que la pluralidad de subpaquetes de datos no se transmiten de forma coherente, sino que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia.

65 **[0367]** En los ejemplos de realización, la información sobre el momento de la transmisión de datos de punto a

multipunto puede presentar una imprecisión definida [por ejemplo, querida o intencionada], que es al menos tan grande que se requiere una sincronización del lado del receptor con la transmisión de datos de punto a multipunto para la recepción de la transmisión de datos de punto a multipunto, donde el abonado está configurado para llevar a cabo una sincronización con la transmisión de datos de punto a multipunto para recibir la transmisión de datos de punto a multipunto.

[0368] En los ejemplos de realización, la imprecisión definida puede estar en el rango de 1 a 10.000 duraciones de símbolos.

[0369] En los ejemplos de realización, la imprecisión definida puede estar sujeta a una escala no lineal [por ejemplo, una escala logarítmica] según una distancia temporal hasta la transmisión de datos de punto a multipunto, de modo que la imprecisión es mayor a medida que aumenta la distancia hasta la transmisión de datos de punto a multipunto.

[0370] En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de enlace descendente puede presentar además una información de corrección de reloj maestro [por ejemplo, offset del cristal de cuarzo en ppm para temporizadores y emisores de frecuencia] para la corrección de una desviación de pulso de un reloj maestro del abonado, donde el abonado está configurado para corregir una desviación de pulso del reloj maestro en base a la información de corrección de reloj maestro.

[0371] En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de enlace ascendente puede ser una primera transmisión de datos de enlace ascendente, donde la transmisión de datos de enlace descendente es una primera transmisión de datos de enlace descendente, donde la información de señalización es una primera información de señalización, donde la primera información de señalización señala un período o momento [por ejemplo, momento aproximado] para una segunda transmisión de datos de enlace ascendente [por ejemplo, que sigue a la primera transmisión de datos de enlace ascendente], donde el abonado está configurado para enviar la segunda transmisión de datos de enlace ascendente a la estación base en el período señalado y para recibir una segunda transmisión de datos de enlace descendente de la estación base de forma sincronizada temporalmente con la segunda transmisión de datos de enlace ascendente, donde la segunda transmisión de datos de enlace descendente presenta una segunda información de señalización, donde el abonado está configurado para recibir la transmisión de datos de punto a multipunto [por ejemplo, transmisión de datos de multidifusión] en base a la segunda información de señalización.

[0372] En los ejemplos de realización, la segunda información de señalización puede presentar una información sobre un momento de la transmisión de datos de punto a multipunto.

[0373] En los ejemplos de realización, la segunda información de señalización también puede presentar además información sobre un canal de frecuencia [por ejemplo, de la banda de frecuencia utilizada por el sistema de comunicación] de la transmisión de datos de punto a multipunto.

[0374] En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de punto a multipunto puede presentar una pluralidad de subpaquetes de datos, que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia según un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia, donde la segunda información de señalización presenta además una información sobre el patrón de salto de tiempo y/o de frecuencia.

[0375] En los ejemplos de realización, el abonado puede estar configurado para enviar una tercera transmisión de datos de enlace ascendente a la estación base en caso de que la segunda transmisión de datos de enlace descendente no se haya recibido correctamente [por ejemplo, si la segunda transmisión de datos de enlace descendente no se ha realizada o ha sido perturbada] y para recibir una tercera transmisión de datos de enlace descendente desde la estación base de forma sincronizada temporalmente con la tercera transmisión de datos de enlace ascendente, donde la tercera transmisión de datos de enlace descendente presenta una tercera información de señalización, donde el abonado está configurado para recibir la transmisión de datos de punto a multipunto [por ejemplo, transmisión de datos de multidifusión] en base a la tercera información de señalización.

[0376] En los ejemplos de realización, la primera transmisión de datos de enlace descendente o la segunda transmisión de datos de enlace descendente también puede presentar una información de corrección del reloj maestro, que describe una desviación de pulso de un reloj maestro del abonado con respecto a un pulso de referencia, donde el abonado está configurado para recibir la transmisión de datos de punto a multipunto utilizando la información de corrección del reloj maestro [por ejemplo, para corregir una desviación de pulso del reloj maestro en base a la información de corrección del reloj maestro para la recepción de la transmisión de datos de punto a multipunto].

[0377] En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de enlace ascendente puede ser una primera transmisión de datos de enlace ascendente, donde la transmisión de datos de enlace descendente es una primera transmisión de datos de enlace descendente, donde la información de señalización es una primera información de señalización, donde la primera información de señalización presenta una información sobre un momento aproximado de la transmisión de datos de punto a multipunto, [por ejemplo, donde la información sobre el momento aproximado

de la transmisión de datos de punto a multipunto para una recepción de la transmisión de datos de punto a multipunto es demasiado imprecisa], donde el abonado está configurado para enviar una cuarta transmisión de datos de enlace ascendente a la estación base antes del momento aproximado de la transmisión de datos de punto a multipunto y para recibir una cuarta transmisión de datos de enlace descendente desde la estación base de forma sincronizada temporalmente con la cuarta transmisión de datos de enlace ascendente, donde la cuarta transmisión de datos de enlace descendente presenta una cuarta información de señalización, donde el abonado está configurado para recibir la transmisión de datos de punto a multipunto [por ejemplo, transmisión de datos de multidifusión] en base a la cuarta información de señalización.

10 **[0378]** En los ejemplos de realización, la cuarta información de señalización puede presentar una información sobre un momento de la transmisión de datos de punto a multipunto.

[0379] En los ejemplos de realización, la cuarta información de señalización también puede presentar además información sobre un canal de frecuencia [por ejemplo, de la banda de frecuencia utilizada por el sistema de comunicación] de la transmisión de datos de punto a multipunto.

15 **[0380]** En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de punto a multipunto puede presentar una pluralidad de subpaquetes de datos, que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia según un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia, donde la cuarta información de señalización presenta además una información sobre el patrón de salto de tiempo y/o de frecuencia.

[0381] En los ejemplos de realización, la primera transmisión de datos de enlace descendente o la cuarta transmisión de datos de enlace descendente puede presentar además una información de corrección de reloj maestro para la corrección de una desviación de pulso de un reloj maestro del abonado, donde el abonado está configurado para corregir una desviación de pulso del reloj maestro en base a la información de corrección de reloj maestro.

25 **[0382]** En los ejemplos de realización, la información de señalización puede ser una primera información de señalización, donde la primera información de señalización presenta una información sobre un momento de una baliza de apoyo, donde el abonado está configurado para recibir la baliza de apoyo en base a la primera información de señalización, donde la baliza de apoyo presenta una quinta información de señalización, donde el abonado está configurado para recibir la transmisión de datos de punto a multipunto [por ejemplo, transmisión de datos de multidifusión] en base a la quinta información de señalización.

30 **[0383]** En los ejemplos de realización, la primera información de señalización puede presentar además una información sobre un canal de frecuencia [por ejemplo, de la banda de frecuencia utilizada por el sistema de comunicación] o un offset de frecuencia de la baliza de apoyo.

[0384] En los ejemplos de realización, la quinta información de señalización puede presentar una información sobre un momento de la transmisión de datos de punto a multipunto.

40 **[0385]** En los ejemplos de realización, la quinta información de señalización también puede presentar además información sobre un canal de frecuencia [por ejemplo, de la banda de frecuencia utilizada por el sistema de comunicación] de la transmisión de datos de punto a multipunto.

45 **[0386]** En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de punto a multipunto puede presentar una pluralidad de subpaquetes de datos, que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia según un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia, donde la quinta información de señalización presenta además una información sobre el patrón de salto de tiempo y/o de frecuencia.

50 **[0387]** En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de enlace descendente o la baliza de apoyo puede presentar además una información de corrección de reloj maestro para la corrección de una desviación de pulso de un reloj maestro del abonado, donde el abonado está configurado para corregir una desviación de pulso del reloj maestro en base a la información de corrección de reloj maestro.

55 **[0388]** En los ejemplos de ejecución, el abonado puede estar configurado para enviar datos de forma asíncrona a otros abonados y/o a la estación base del sistema de comunicación.

[0389] Por ejemplo, el abonado puede estar configurado para enviar la transmisión de datos del enlace ascendente de forma asíncrona a la estación base.

60 **[0390]** En los ejemplos de realización, el abonado puede estar configurado para enviar la transmisión de datos del enlace ascendente a la estación base en un momento aleatorio o pseudoaleatorio.

[0391] En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de enlace ascendente puede presentar una pluralidad de subpaquetes de datos que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia conforme a un patrón

de salto de tiempo y/o frecuencia.

[0392] Por ejemplo, la transmisión de datos de enlace ascendente puede ser una transmisión de datos basada en la división de telegramas. En una transmisión de datos basada en la división de telegramas, los datos a transmitir [por ejemplo, datos útiles (codificados) de la capa física] se dividen en una pluralidad de subpaquetes de datos, de modo que la pluralidad de subpaquetes de datos solo presenta una parte de los datos a transmitir, de modo que la pluralidad de subpaquetes de datos no se transmiten de forma coherente, sino que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia.

[0393] En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de enlace descendente puede presentar una pluralidad de subpaquetes de datos que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia.

[0394] Por ejemplo, la transmisión de datos de enlace descendente puede ser una transmisión de datos basada en la división de telegramas. En una transmisión de datos basada en la división de telegramas, los datos a transmitir [por ejemplo, datos útiles (codificados) de la capa física] se dividen en una pluralidad de subpaquetes de datos, de modo que la pluralidad de subpaquetes de datos solo presenta una parte de los datos a transmitir, de modo que la pluralidad de subpaquetes de datos no se transmiten de forma coherente, sino que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia].

[0395] En los ejemplos de realización, el abonado puede ser un nodo sensor o un nodo actuador.

[0396] En los ejemplos de realización, el abonado puede estar operado por batería.

[0397] En los ejemplos de realización, el abonado puede presentar un elemento de recolección de energía para la generación de energía eléctrica.

[0398] Otros ejemplos de realización crean una estación base de un sistema de comunicación, [donde el sistema de comunicación se comunica de forma inalámbrica en una banda de frecuencia [por ejemplo, banda ISM], que es utilizada por una pluralidad de sistemas de comunicación [por ejemplo, no coordinados entre sí], donde la estación base está configurada para recibir una transmisión de datos de enlace ascendente de un abonado del sistema de comunicación, donde la transmisión de datos de enlace ascendente no está coordinada, donde la estación base está configurada para enviar una transmisión de datos de enlace descendente al abonado de forma sincronizada temporalmente con la transmisión de datos de enlace ascendente recibida del abonado, donde la transmisión de datos de enlace descendente presenta una información de señalización, donde la información de señalización señala una transmisión de datos de punto a multipunto posterior o una transmisión de datos adicional que precede a la transmisión de datos de punto a multipunto, donde la estación base está configurada para enviar la transmisión de datos de punto a multipunto según la información de señalización [por ejemplo, a una pluralidad de abonados del sistema de comunicación, donde el abonado es parte de la pluralidad de abonados].

[0399] En los ejemplos de realización, la información de señalización puede presentar una información sobre un momento de la transmisión de datos de punto a multipunto.

[0400] Por ejemplo, la información sobre el momento puede ser un momento absoluto, un momento relativo [por ejemplo, un lapso de tiempo definido entre la transmisión de datos de enlace descendente y la transmisión de datos de punto a multipunto] o una información de la que puede deducirse el momento absoluto o relativo, tal como, por ejemplo, un número de ciclos de un oscilador del abonado.

[0401] En los ejemplos de realización, la información de señalización también puede presentar además información sobre un canal de frecuencia [por ejemplo, de la banda de frecuencia utilizada por el sistema de comunicación] de la transmisión de datos de punto a multipunto.

[0402] Por ejemplo, la información sobre el canal de frecuencia puede ser un canal de frecuencia absoluto o un canal de frecuencia relativo [por ejemplo, una distancia entre un canal de frecuencia de la transmisión de datos de enlace descendente y un canal de frecuencia de la transmisión de datos de punto a multipunto].

[0403] En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de punto a multipunto puede presentar una pluralidad de subpaquetes de datos, que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia según un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia, donde la información de señalización presenta además una información sobre el patrón de salto de tiempo y/o de frecuencia.

[0404] Por ejemplo, la transmisión de datos de punto a multipunto puede ser una transmisión de datos basada en la división de telegramas. En una transmisión de datos basada en la división de telegramas, los datos a transmitir [por ejemplo, datos útiles [codificados] de la capa física] se dividen en una pluralidad de subpaquetes de datos, de modo que la pluralidad de subpaquetes de datos solo presenta una parte de los datos a transmitir, de modo que la

pluralidad de subpaquetes de datos no se transmiten de forma coherente, sino que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia.

[0405] En los ejemplos de realización, la información sobre el momento de la transmisión de datos de punto a multipunto puede presentar una imprecisión definida [por ejemplo, querida o intencional], que es al menos tan grande que se requiere una sincronización del lado del receptor en la transmisión de datos de punto a multipunto para recibir la transmisión de datos de punto a multipunto.

[0406] En los ejemplos de realización, la imprecisión definida puede estar en el rango de 1 a 10.000 duraciones de símbolos.

[0407] En los ejemplos de realización, la imprecisión definida puede estar sujeta a una escala no lineal según una distancia temporal hasta la transmisión de datos de punto a multipunto, de modo que la imprecisión es mayor a medida que aumenta la distancia hasta la transmisión de datos de punto a multipunto.

[0408] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para determinar, en base a la transmisión de datos de enlace ascendente del abonado, una desviación de pulso de un reloj maestro del abonado, donde la estación base está configurada para proveer la transmisión de datos de enlace descendente con una información de corrección de pulso para la corrección de la desviación de pulso del reloj maestro del abonado.

[0409] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para determinar, en base a la transmisión de datos de enlace ascendente del abonado, una desviación de pulso de un reloj maestro del abonado, donde la información sobre el momento de la transmisión de datos de punto a multipunto, que presenta la información de señalización, tiene en cuenta la desviación de pulso del reloj maestro del abonado [por ejemplo, de tal manera que se compensa la desviación de pulso del reloj maestro], y/o donde la información sobre el canal de frecuencia de la transmisión de datos de punto a multipunto, que presenta la información de señalización, tiene en cuenta la desviación de pulso del reloj maestro del abonado [por ejemplo, de tal manera que se compensa la desviación de pulso del reloj maestro].

[0410] En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de enlace ascendente puede ser una primera transmisión de datos de enlace ascendente, donde la transmisión de datos de enlace descendente es una primera transmisión de datos de enlace descendente, donde la primera información de señalización es una primera información de señalización, donde la primera información de señalización señala un período o un momento [por ejemplo, un momento aproximado] para una segunda transmisión de datos de enlace ascendente [por ejemplo, que sigue a la primera transmisión de datos de enlace ascendente], donde la estación base está configurada para recibir la segunda transmisión de datos de enlace ascendente del abonado en el período señalado y para enviar una segunda transmisión de datos de enlace descendente al abonado de forma sincronizada temporalmente con la segunda transmisión de datos de enlace ascendente, donde la segunda información de datos de enlace descendente presenta una segunda información de señalización, donde la segunda información de señalización señala la siguiente transmisión de datos de punto a multipunto, [por ejemplo, donde la segunda transmisión de datos de enlace ascendente y/o la segunda transmisión de datos de enlace descendente es la transmisión de datos posterior], donde la estación base está configurada para enviar la transmisión de datos de punto a multipunto conforme a la segunda información de señalización [por ejemplo, a una pluralidad de abonados del sistema de comunicación, donde el abonado es parte de la pluralidad de abonados].

[0411] En los ejemplos de realización, la segunda información de señalización puede presentar una información sobre un momento de la transmisión de datos de punto a multipunto.

[0412] En los ejemplos de realización, la segunda información de señalización también puede presentar además información sobre un canal de frecuencia [por ejemplo, de la banda de frecuencia utilizada por el sistema de comunicación] de la transmisión de datos de punto a multipunto.

[0413] En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de punto a multipunto puede presentar una pluralidad de subpaquetes de datos, que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia según un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia, donde la segunda información de señalización presenta además una información sobre el patrón de salto de tiempo y/o de frecuencia.

[0414] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para determinar, en base a la segunda transmisión de datos de enlace ascendente del abonado, una desviación de pulso de un reloj maestro del abonado, donde la estación base está configurada para proveer la segunda transmisión de datos de enlace descendente con una información de corrección de reloj maestro para corregir la desviación de pulso del reloj maestro del abonado.

[0415] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para determinar una desviación de pulso de un reloj maestro del abonado en base a la primera o segunda transmisión de datos de enlace ascendente

del abonado, donde la información sobre el momento de la transmisión de datos de punto a multipunto, que presenta la segunda información de señalización, tiene en cuenta la desviación de pulso del reloj maestro del abonado [por ejemplo, de tal manera que se compensa la desviación de pulso del reloj maestro].

- 5 **[0416]** En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de enlace ascendente puede ser una primera transmisión de datos de enlace ascendente, donde la transmisión de datos de enlace descendente es una primera transmisión de datos de enlace descendente, donde la información de señalización es una primera información de señalización, donde la primera información de señalización presenta una información sobre un momento aproximado de la transmisión de datos de punto a multipunto, [por ejemplo, donde la información sobre el momento aproximado de la transmisión de datos de punto a multipunto para una recepción de la transmisión de datos de punto a multipunto es demasiado imprecisa], donde la estación base está configurada para recibir una cuarta transmisión de datos de enlace ascendente del abonado antes del momento aproximado de la transmisión de datos de punto a multipunto y para enviar una cuarta transmisión de datos de enlace descendente al abonado de forma sincronizada temporalmente con la cuarta transmisión de datos de enlace ascendente, donde la cuarta transmisión de datos de enlace descendente presenta una cuarta información de señalización, donde la cuarta información de señalización señala la siguiente transmisión de datos de punto a multipunto, [por ejemplo, donde la cuarta transmisión de datos de enlace ascendente y/o la cuarta transmisión de datos de enlace descendente es la transmisión de datos posterior], donde la estación base está configurada para enviar la transmisión de datos de punto a multipunto conforme a la cuarta información de datos [por ejemplo, a una pluralidad de abonados del sistema de comunicación, donde el abonado es parte de la pluralidad de abonados].

[0417] En los ejemplos de realización, la cuarta información de señalización puede presentar una información sobre un momento de la transmisión de datos de punto a multipunto.

- 25 **[0418]** En los ejemplos de realización, la cuarta información de señalización también puede presentar además información sobre un canal de frecuencia [por ejemplo, de la banda de frecuencia utilizada por el sistema de comunicación] de la transmisión de datos de punto a multipunto.

- [0419]** En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de punto a multipunto puede presentar una pluralidad de subpaquetes de datos, que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia según un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia, donde la cuarta información de señalización presenta además una información sobre el patrón de salto de tiempo y/o de frecuencia.

- [0420]** En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para determinar, en base a la cuarta transmisión de datos de enlace ascendente del abonado, una desviación de pulso de un reloj maestro del abonado, donde la estación base está configurada para proveer la cuarta transmisión de datos de enlace descendente con una información de corrección de pulso para corregir la desviación de pulso del reloj maestro del abonado.

- [0421]** En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para determinar, en base a la cuarta transmisión de datos de enlace ascendente del abonado, una desviación de pulso de un reloj maestro del abonado, donde la información sobre el momento de la transmisión de datos de punto a multipunto, que presenta la cuarta información de señalización, tiene en cuenta la desviación de pulso del reloj maestro del abonado [por ejemplo, de tal manera que se compensa la desviación de pulso del reloj maestro], y/o donde la información sobre el canal de frecuencia de la transmisión de datos de punto a multipunto, que presenta la cuarta información de señalización, tiene en cuenta la desviación de pulso del reloj maestro del abonado [por ejemplo, de tal manera que se compensa la desviación de pulso del reloj maestro].

- [0422]** En los ejemplos de realización, la información de señalización puede ser una primera información de señalización, donde la primera información de señalización presenta una información sobre un momento de una baliza de apoyo, donde la estación base está configurada para enviar a la baliza de apoyo conforme a la primera información de señalización [por ejemplo, a una pluralidad de abonados del sistema de comunicación, donde el abonado es parte de la pluralidad de abonados], donde la baliza de apoyo presenta una quinta información de señalización, donde la quinta información de señalización señala la siguiente transmisión de datos de punto a multipunto, [por ejemplo, donde la baliza de apoyo es la transmisión de datos posterior].

- [0423]** En los ejemplos de realización, la primera información de señalización puede presentar además una información sobre un canal de frecuencia [por ejemplo, de la banda de frecuencia utilizada por el sistema de comunicación] de la baliza de apoyo.

- 60 **[0424]** En los ejemplos de realización, la quinta información de señalización puede presentar una información sobre un momento de la transmisión de datos de punto a multipunto.

- [0425]** En los ejemplos de realización, la quinta información de señalización también puede presentar además información sobre un canal de frecuencia [por ejemplo, de la banda de frecuencia utilizada por el sistema de comunicación] de la transmisión de datos de punto a multipunto.

[0426] En los ejemplos de realización, la transmisión de datos de punto a multipunto puede presentar una pluralidad de subpaquetes de datos, que se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia según un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia, donde la quinta información de señalización presenta además una información sobre el patrón de salto de tiempo y/o de frecuencia.

[0427] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para determinar, en base a la transmisión de datos de enlace ascendente del abonado, una desviación de pulso de un reloj maestro del abonado, donde la estación base está configurada para proveer la transmisión de datos de enlace descendente o las balizas de apoyo con una información de corrección del reloj maestro para corregir la desviación de pulso del reloj maestro del abonado.

[0428] En los ejemplos de realización, la estación base puede estar configurada para determinar, en base a la transmisión de datos de enlace ascendente del abonado, una desviación de pulso de un reloj maestro del abonado, donde la información sobre el momento de la transmisión de datos de punto a multipunto, que presenta la quinta información de señalización, tiene en cuenta la desviación de pulso del reloj maestro del abonado [por ejemplo, de tal manera que se compensa la desviación de pulso del reloj maestro].

[0429] Otros ejemplos de realización crean un procedimiento para el funcionamiento de un abonado de un sistema de comunicación. El procedimiento comprende una etapa de envío de una transmisión de datos de enlace ascendente a una estación base del sistema de comunicación, donde la transmisión de datos de enlace ascendente no está coordinada. Además, el procedimiento comprende una etapa de la recepción de una transmisión de datos de enlace descendente desde la estación base de forma sincronizada temporalmente a la transmisión de datos de enlace ascendente, donde la transmisión de datos de enlace descendente presenta una información de señalización. Además, el procedimiento comprende una etapa de la recepción de una transmisión de datos de punto a multipunto [por ejemplo, transmisión de datos de multidifusión] desde la estación base en base a la información de señalización.

[0430] Otros ejemplos de realización crean un procedimiento para el funcionamiento de una estación base de un sistema de comunicación. El procedimiento comprende una etapa de recepción de una transmisión de datos de enlace ascendente de un abonado del sistema de comunicación, donde la transmisión de datos de enlace ascendente no está coordinada. Además, el procedimiento comprende una etapa del envío de una transmisión de datos de enlace descendente al abonado de forma sincronizada temporalmente con la transmisión de datos de enlace ascendente, donde la transmisión de datos de enlace descendente presenta una información de señalización, donde la información de señalización señala una transmisión de datos de punto a multipunto siguiente o una transmisión de datos adicional que precede a la transmisión de datos de punto a multipunto. Además, el procedimiento comprende una etapa del envío de la transmisión de datos de punto a multipunto conforme a la información de señalización [por ejemplo, a una pluralidad de abonados del sistema de comunicación, donde el abonado es parte de la pluralidad de abonados].

[0431] Aunque algunos aspectos se han descrito en el contexto de un dispositivo, se entenderá que estos aspectos también constituyen una descripción del procedimiento correspondiente, de modo que un bloque o un módulo de un dispositivo también se debe entender como una etapa del procedimiento correspondiente o como una característica de una etapa del procedimiento. De manera análoga, los aspectos que se describieron con relación a una etapa del procedimiento o como la misma, también representan una descripción de un bloque correspondiente o detalles o características de un dispositivo correspondiente. Algunas o todas las etapas del procedimiento se pueden ejecutar mediante un aparato de hardware (o usando un aparato de hardware), como por ejemplo, un microprocesador, un ordenador programable o un circuito electrónico. En algunos ejemplos de realización se pueden ejecutar algunas o varias de las etapas del procedimiento más importantes mediante un aparato semejante.

[0432] Según determinados requerimientos de implementación se pueden implementar ejemplos de realización de la invención en el hardware o en el software. La implementación se puede realizar usando un medio de almacenamiento digital, por ejemplo, un disquete, un DVD, un disco Blu-ray, un CD, una ROM, una PROM, una EPROM, una EEPROM o una memoria FLASH, un disco duro u otra memoria magnética u óptica, donde están almacenadas señales de control legibles electrónicamente, que pueden cooperar o cooperan con un sistema informativo programable, de manera que se lleva a cabo el procedimiento correspondiente. Por ese motivo, el medio de almacenamiento digital puede ser legible por ordenador.

[0433] Algunos ejemplos de realización según la invención comprenden así un soporte de datos, que presenta señales de control legibles electrónicamente, que son capaces de cooperar con un sistema informático programable, de manera que se ejecuta uno de los procedimientos aquí descritos.

[0434] En general pueden estar implementados ejemplos de realización de la presente invención como producto de programa informático con un código de programa, donde el código de programa es efectivo para realizar uno de los procedimientos cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador.

[0435] El código de programa también puede estar almacenado, por ejemplo, en un soporte legible a máquina.

[0436] Otros ejemplos de realización comprenden el programa informático para la realización de uno de los procedimientos aquí descritos, donde el programa informático está almacenado en un soporte legible por máquina.

5 **[0437]** En otras palabras, un ejemplo de realización del procedimiento según la invención es por consiguiente un programa informático, que presenta un código de programa para la realización de uno de los procedimientos aquí descritos, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

10 **[0438]** Otro ejemplo de realización de los procedimientos según la invención es por consiguiente un soporte de datos (o un medio de almacenamiento digital o un medio legible por ordenador), en el cual el programa informático está grabado para la realización de uno de los procedimientos aquí descritos. El soporte de datos, el medio de almacenamiento digital o el medio legible por ordenador son típicamente representativos y/o imperecederos o no temporales.

15 **[0439]** Otro ejemplo de realización del procedimiento según la invención es por consiguiente un flujo de datos o una secuencia de señales, que representa o representan el programa informático para la realización de uno de los procedimientos aquí descritos. El flujo de datos o la secuencia de señales puede o pueden estar configurados, por ejemplo, para transferirse a través de una conexión de comunicación de datos, por ejemplo, a través de internet.

20 **[0440]** Otro ejemplo de realización comprende un dispositivo de procesamiento, por ejemplo, un ordenador o un módulo lógico programable, que está configurado o adaptado para realizar uno de los procedimientos aquí descritos.

25 **[0441]** Otro ejemplo de realización comprende un ordenador, donde está instalado el programa informático para la realización de uno de los procedimientos aquí descritos.

30 **[0442]** Otro ejemplo de realización según la invención comprende un dispositivo o un sistema, que está diseñado para transmitir un programa informático para la realización al menos de uno de los procedimientos aquí descritos a un receptor. La transmisión se puede realizar, por ejemplo, de forma electrónica u óptica. El receptor puede ser, por ejemplo, un ordenador, un aparato móvil, un aparato de almacenamiento o un dispositivo similar. El dispositivo o el sistema puede comprender, por ejemplo, un servidor de datos para la transmisión del programa informático al receptor.

35 **[0443]** En algunos ejemplos de realización se puede usar un componente lógico programable (por ejemplo, una matriz de puertas programables en campo, una FPGA) para realizar algunas o todas las funcionalidades del procedimiento aquí descrito. En algunos ejemplos de realización, una matriz de puertas programable en campo puede cooperar con un microprocesador, a fin de realizar uno de los procedimientos aquí descritos. En general los procedimientos se realizan en algunos ejemplos de realización por parte de un dispositivo de hardware cualquiera. Este puede ser un hardware utilizable de forma universal, como un procesador de ordenador (CPU) o hardware específico para el procedimiento, tal como, por ejemplo, un ASIC.

[0444] Los dispositivos descritos en el presente documento se pueden implementar, por ejemplo, usando un aparato de hardware, o usando un ordenador, o usando una combinación de un aparato de hardware y un ordenador.

45 **[0445]** Los dispositivos descritos en el presente documento, o cualquier componente de los dispositivos descritos en el presente documento, pueden estar implementados al menos parcialmente en hardware y/o en software (programa informático).

50 **[0446]** Los procedimientos descritos en el presente documento se pueden implementar, por ejemplo, usando un aparato de hardware, o usando un ordenador, o usando una combinación de un aparato de hardware y un ordenador.

55 **[0447]** Los procedimientos descritos en el presente documento, o cualquier componente de los procedimientos descritos en el presente documento, pueden realizarse al menos parcialmente mediante hardware y/o mediante software.

60 **[0448]** Los ejemplos de realización descritos anteriormente representan únicamente una ilustración de los principios de la presente invención. Se entenderá que las modificaciones y variaciones de las disposiciones y detalles descritos en el presente documento serán evidentes para otros expertos en la técnica. Por lo tanto, se pretende que la invención esté limitada únicamente por el alcance de protección de las siguientes reivindicaciones y no por las particularidades específicas que se han presentado en base a la descripción y la explicación de los ejemplos de realización del presente documento.

Bibliografía

65

[0449]

- 5 [1] G. Kilian, M. Breiling, H. H. Petkov, H. Lieske, F. Beer, J. Robert, and A. Heuberger, "Increasing Transmission Reliability for Telemetry Systems Using Telegram Splitting," IEEE Transactions on Communications, vol. 63, n.º 3, pág. 949-961, mar. 2015.
- [2] DE 10 2011 082 098 B1
- [3] DE 10 2017 206 236 A1
- [4] ETSI TS 103 357 Standard v1.1.1
- 10 [5] G. Kilian, H. Petkov, R. Psiuk, H. Lieske, F. Beer, J. Robert, and A. Heuberger, "Improved coverage for low-power telemetry systems using telegram splitting," in Proceedings of 2013 European Conference on Smart Objects, Systems and Technologies (SmartSysTech), 2013

REIVINDICACIONES

1. Abonado (106_1) de un sistema de comunicación (100),
 - 5 donde el abonado (106_1) está configurado para enviar datos de forma asíncrona a una estación base (104) del sistema de comunicación (100),
 donde el abonado (106_1) está configurado para recibir un paquete de datos de sincronización (126) de una transmisión de datos de multidifusión (124) de la estación base (104) del sistema de comunicación (100),
 donde el paquete de datos de sincronización (126) se transmite en un rango de frecuencia (125) conocido por el
 10 abonado (106_1) de la banda de frecuencia (103) del sistema de comunicación (100), donde el rango de frecuencia conocido por el abonado corresponde como máximo a un ancho de banda de recepción de un receptor del abonado, donde la banda de frecuencia utilizada por el sistema de comunicación presenta un ancho de banda al menos 5 veces mayor que el ancho de banda de recepción del receptor del abonado,
 donde el abonado (106_1) está configurado para recibir, en base al paquete de datos de sincronización (126), un
 15 paquete de datos útiles (128) de la transmisión de datos de multidifusión (124) referenciado al paquete de datos de sincronización (126) en el tiempo y/o frecuencia;
 donde el paquete de datos de sincronización (126) de la transmisión de datos de multidifusión (124) se transmite dividido entre una pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k), donde la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k) presenta respectivamente una parte del paquete
 20 de datos de sincronización (126), y donde la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k) se transmiten distribuidos en el tiempo y frecuencia conforme al patrón de salto de tiempo y frecuencia conocido por el abonado (106_1),
 donde el abonado (106_1) está configurado para recibir la pluralidad de los paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k) en base al patrón de salto de tiempo y frecuencia conocido por el abonado (106_1),
 25 donde la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k) se transmiten dentro del rango de frecuencia conocido por el abonado.
2. Abonado (106_1) según la reivindicación 1,
 - 30 donde el paquete de datos útiles (128) de la transmisión de datos de multidifusión (124) se transmite dividido entre una pluralidad de paquetes de datos útiles parciales (128_1-128_i), donde la pluralidad de paquetes de datos útiles parciales (128_1-128_i) presenta respectivamente una parte del paquete de datos útiles (128), y
 donde la pluralidad de paquetes de datos útiles parciales (128_1-128_i) se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia,
 35 donde el paquete de datos de sincronización (126) presenta una información sobre el patrón de salto de tiempo y/o frecuencia,
 donde el abonado (106_1) está configurado para recibir la pluralidad de los paquetes de datos útiles parciales (128_1-128_i) en base a la información sobre el patrón de salto de tiempo y/o frecuencia.
- 40 3. Abonado (106_1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 - donde el abonado (106_1) está configurado para enviar una transmisión de datos de enlace ascendente (120) a la estación base (104) del sistema de comunicación (100) y para recibir de forma sincronizada temporalmente con la
 45 transmisión de datos de enlace ascendente (120) enviada una transmisión de datos de enlace descendente (122) desde la estación base (104), donde la transmisión de datos de enlace descendente (122) presenta una información de señalización,
 donde el abonado (106_1) está configurado para recibir el paquete de datos de sincronización (126) de la transmisión de datos de multidifusión (124) en base a la información de señalización.
- 50 4. Abonado (106_1) según la reivindicación 3,
 - donde la información de señalización presenta una información sobre un momento de la transmisión del paquete de datos de sincronización (126),
 y/o
 55 donde la transmisión de datos de enlace descendente (122) presenta una información sobre el patrón de salto de tiempo y/o frecuencia del paquete de datos de sincronización (126).
5. Abonado (106_1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 - donde el paquete de datos de sincronización (126) se emite varias veces, donde una primera emisión del paquete de
 60 datos de sincronización (126) y una segunda emisión del paquete de datos de sincronización (126) son versiones desplazadas entre sí en el tiempo y/o frecuencia.
6. Abonado (106_1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 - 65 donde el paquete de datos de sincronización (126) y el paquete de datos útiles (128) de la transmisión de datos de

multidifusión (124) están codificados con el mismo código de protección contra errores,
y/o

donde los paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k) están codificados por canal, de modo que solo se requiere un subconjunto de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k) para la decodificación exitosa del paquete de datos de sincronización (126), donde el abonado (106_1) está configurado para recibir y decodificar al menos una parte de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k) para obtener el paquete de datos de sincronización (126).

7. Abonado (106_1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

donde el abonado (106_1) es un nodo sensor o nodo actuador,
y/o

donde el abonado (106_1) es operado con baterías,
y/o

donde el abonado (106_1) presenta un elemento de recolección de energía para la generación de energía eléctrica.

8. Estación base (104) de un sistema de comunicación (100),

donde la estación base (104) está configurada para enviar una transmisión de datos de multidifusión (124) a abonados (106_1-106_n) que transmiten de forma asíncrona del sistema de comunicación (100), donde la transmisión de datos de multidifusión (124) presenta un paquete de datos de sincronización (126) y un paquete de datos útiles (128) referenciado al paquete de datos de sincronización (126) en el tiempo y/o frecuencia, donde el paquete de datos de sincronización (126) se transmite en un rango de frecuencia (125) conocido por los abonados (106_1-106_n) de la banda de frecuencia (103) del sistema de comunicación (100),

donde la estación base (104) está configurada para transmitir el paquete de datos de sincronización (126) de la transmisión de datos de multidifusión (124) dividido entre una pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k), donde la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k) presentan respectivamente una parte del paquete de datos de sincronización (126), y donde la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k) se transmiten distribuidos en el tiempo y frecuencia conforme a un patrón de salto de tiempo y frecuencia conocido por el abonado (106_1),

donde la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k) se transmiten conforme al patrón de salto de tiempo y frecuencia del paquete de datos de sincronización (126) dentro del rango de frecuencia (125) conocido por los abonados (106_1-106_n), donde el rango de frecuencia (125) conocido por los abonados (106_1-106_n) corresponde como máximo a un ancho de banda de recepción de los receptores de los abonados (106_1-106_n),

donde la banda de frecuencia utilizada por el sistema de comunicación presenta un ancho de banda al menos 5 veces mayor que el ancho de banda de recepción de los receptores de los abonados.

9. Estación base (104) según la reivindicación 8,

donde la estación base (104) está configurada para transmitir el paquete de datos útiles (128) de la transmisión de datos de multidifusión (124) dividido entre una pluralidad de paquetes de datos útiles parciales (128_1-128_i), donde la pluralidad de paquetes de datos útiles parciales (128_1-128_i) presenta respectivamente una parte del paquete de datos útiles (128), y donde la pluralidad de paquetes de datos útiles parciales (128_1-128_i) se transmiten distribuidos en el tiempo y/o frecuencia conforme a un patrón de salto de tiempo y/o frecuencia, donde la estación base (104) está configurada para proveer al paquete de datos de sincronización (126) con una información sobre el patrón de salto de tiempo y/o frecuencia.

10. Estación base (104) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

donde la estación base (104) está configurada para recibir una transmisión de datos de enlace ascendente (120) de uno de los abonados (106_1) y para enviar una transmisión de datos de enlace descendente (122) al abonado (106_1) de forma sincronizada temporalmente con la transmisión de datos de enlace ascendente (120), donde la transmisión de datos de enlace descendente (122) presenta una información de señalización, donde la información de señalización señala el paquete de datos de sincronización (126).

11. Estación base (104) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

donde la estación base (104) está configurada para emitir el paquete de datos de sincronización (126) varias veces, donde una primera emisión del paquete de datos de sincronización (126) y una segunda emisión del paquete de datos de sincronización (126) son versiones desplazadas entre sí en el tiempo y/o frecuencia.

12. Estación base (104) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

donde el paquete de datos de sincronización (126) y el paquete de datos útiles (128) de la transmisión de datos de multidifusión (124) están codificados con el mismo código de protección contra errores,

y/o

donde la estación base (104) está configurada para codificar por canal los paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k), de modo que solo se requiere un subconjunto de la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k) para la decodificación exitosa del paquete de datos de sincronización (126).

5

13. Procedimiento para el funcionamiento de un abonado (106_1) que transmiten de forma asíncrona de un sistema de comunicación (100), donde el procedimiento presenta:

10 recepción de un paquete de datos de sincronización (126) de una transmisión de datos de multidifusión (124) de la estación base (104) del sistema de comunicación (100), donde el paquete de datos de sincronización (126) se transmite en un rango de frecuencia (125) conocido por el abonado (106_1) de la banda de frecuencias (103) del sistema de comunicación (100),
 15 recepción, en base al paquete de datos de sincronización, de un paquete de datos útiles (128) de la transmisión de datos de multidifusión (124) referenciado al paquete de datos de sincronización (126) en el tiempo y/o frecuencia,
 donde el paquete de datos de sincronización (126) de la transmisión de datos de multidifusión (124) se transmite dividido entre una pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k), donde la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k) presenta respectivamente una parte del paquete de datos de sincronización (126), y donde la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k) se transmiten repartidos en el tiempo y frecuencia conforme al patrón de salto de tiempo y frecuencia conocido por el abonado (106_1),
 20 donde la pluralidad de los paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k) se reciben en base al patrón de salto de tiempo y frecuencia conocido por el abonado (106_1),
 donde la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k) se transmiten dentro del rango de frecuencia conocido por el abonado,
 25 donde el rango de frecuencia conocido por el abonado corresponde como máximo a un ancho de banda de recepción de un receptor del abonado, donde la banda de frecuencia utilizada por el sistema de comunicación presenta un ancho de banda al menos 5 veces mayor que el ancho de banda de recepción del receptor del abonado.

30

14. Procedimiento para el funcionamiento de una estación base (104) de un sistema de comunicación (100), donde el procedimiento presenta:

35 envío de una transmisión de datos de multidifusión (124) a una pluralidad de abonados (106_1-106_n) que transmiten de forma asíncrona del sistema de comunicación (100), donde la transmisión de datos de multidifusión (124) presenta un paquete de datos de sincronización (126) y un paquete de datos útiles (128) referenciado al paquete de datos de sincronización (126) en el tiempo y/o frecuencia, donde el paquete de datos de sincronización (126) se transmite en un rango de frecuencia (125) conocido por los abonados (106_1-106_n) de la banda de frecuencia (103) del sistema de comunicación (100),
 40 donde el paquete de datos de sincronización (126) de la transmisión de datos de multidifusión (124) se transmite dividido entre una pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k), donde la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k) presentan respectivamente una parte del paquete de datos de sincronización (126), y donde la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k) se transmiten distribuido en el tiempo y frecuencia conforme a un patrón de salto de tiempo y frecuencia conocido por el abonado (106_1),
 45 donde la pluralidad de paquetes de datos de sincronización parciales (126_1-126_k) se transmiten conforme al patrón de salto de tiempo y frecuencia del paquete de datos de sincronización (126) dentro del rango de frecuencia (125) conocido por los abonados (106_1-106_n),
 donde el rango de frecuencia (125) conocido por los abonados (106_1-106_n) corresponde como máximo a un ancho de banda de recepción de los receptores de los abonados (106_1-106_n),
 50 donde la banda de frecuencia utilizada por el sistema de comunicación presenta un ancho de banda al menos 5 veces mayor que el ancho de banda de recepción de los receptores de los abonados.

15.

Programa informático para llevar a cabo el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 13 y 14, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador, microprocesador o radio definida por software.

55

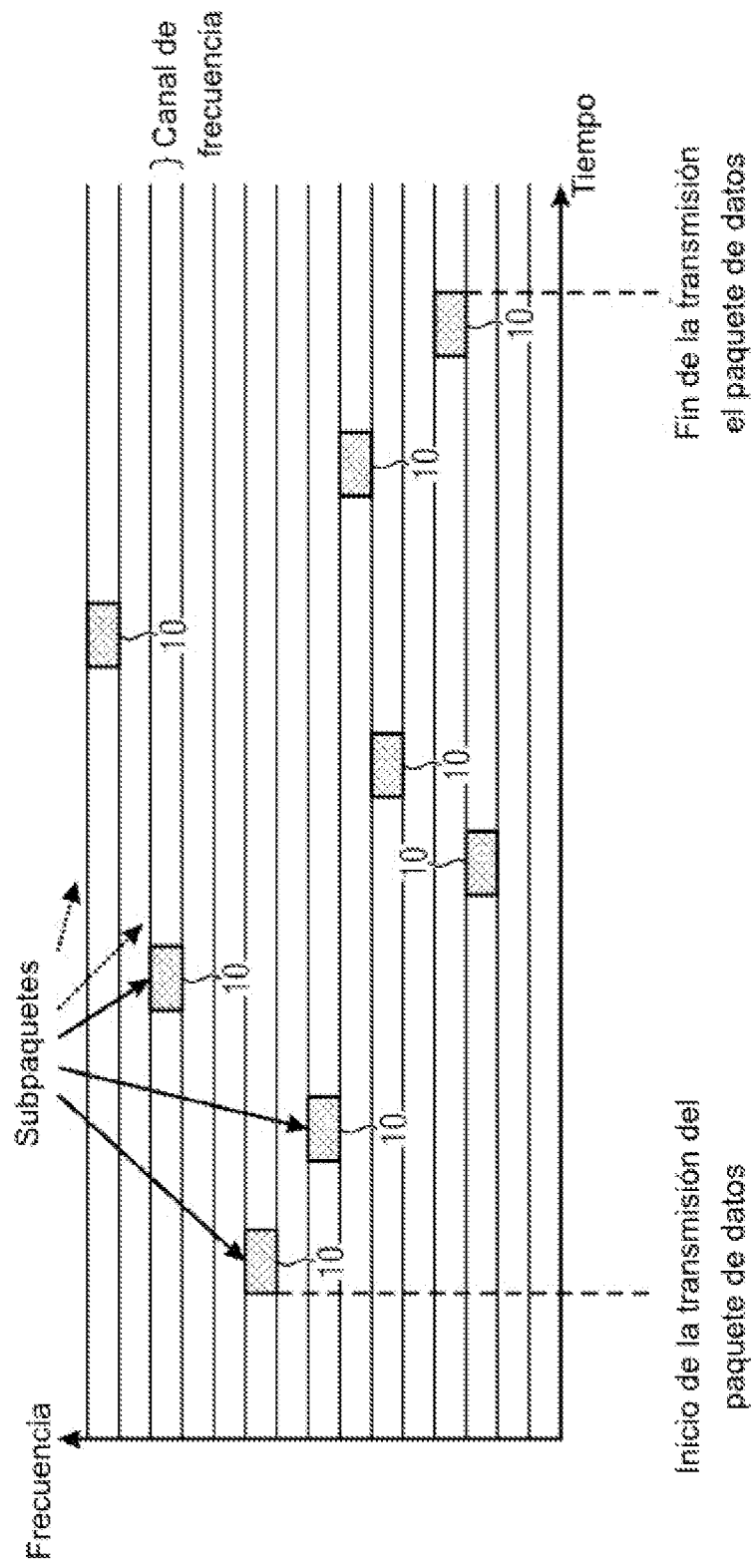


Fig. 1

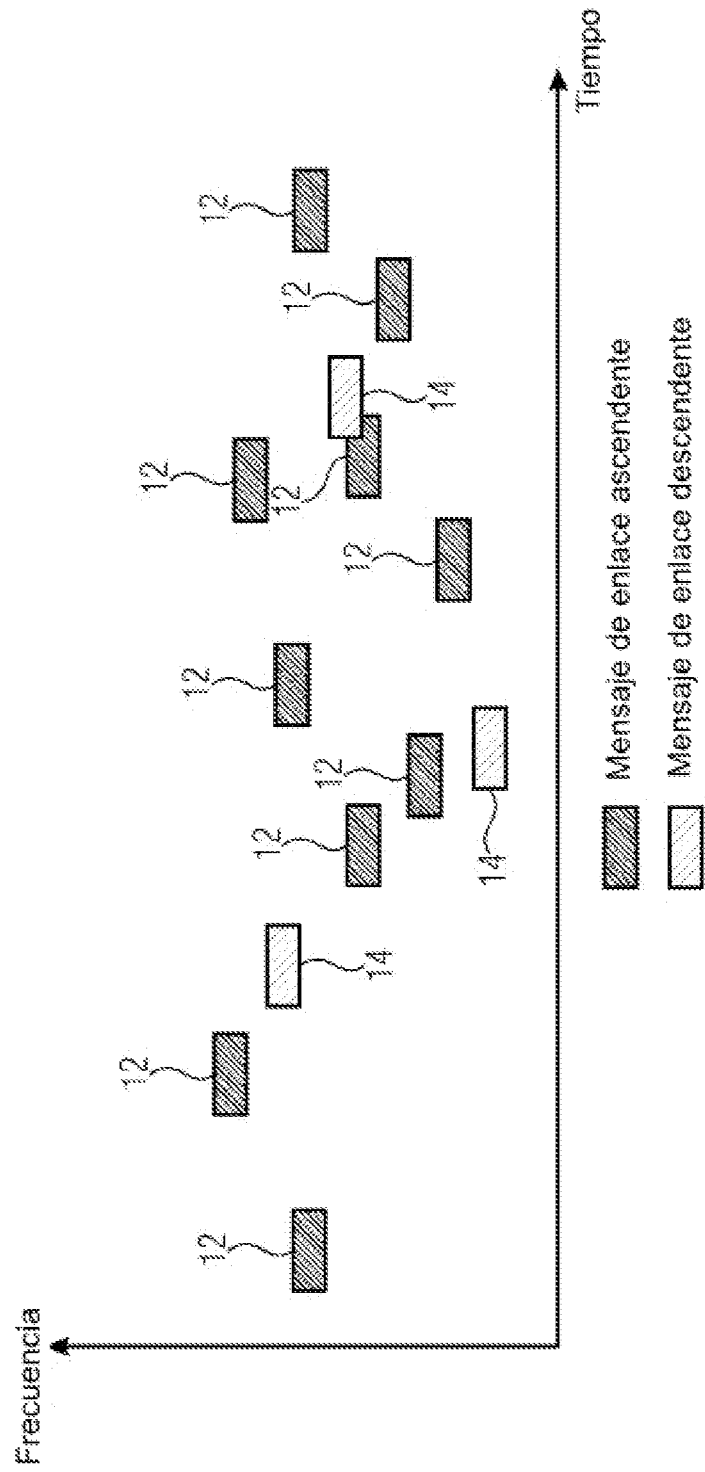


Fig. 2

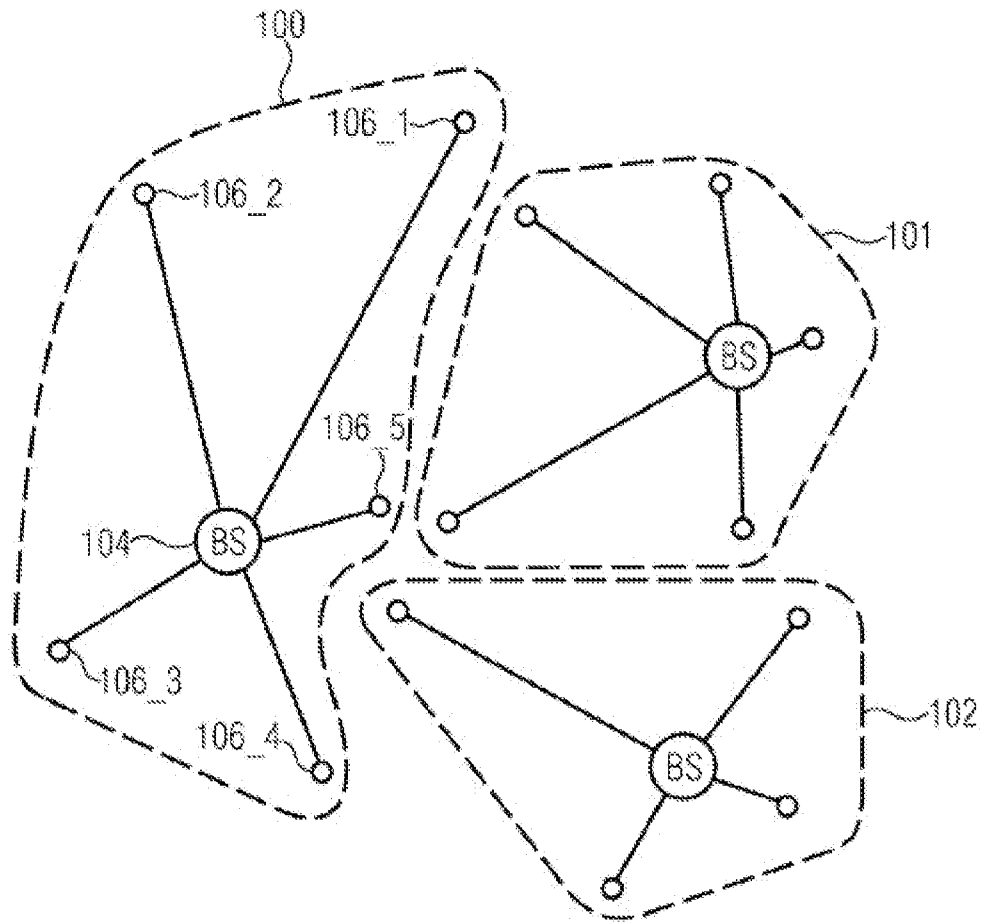


Fig. 3

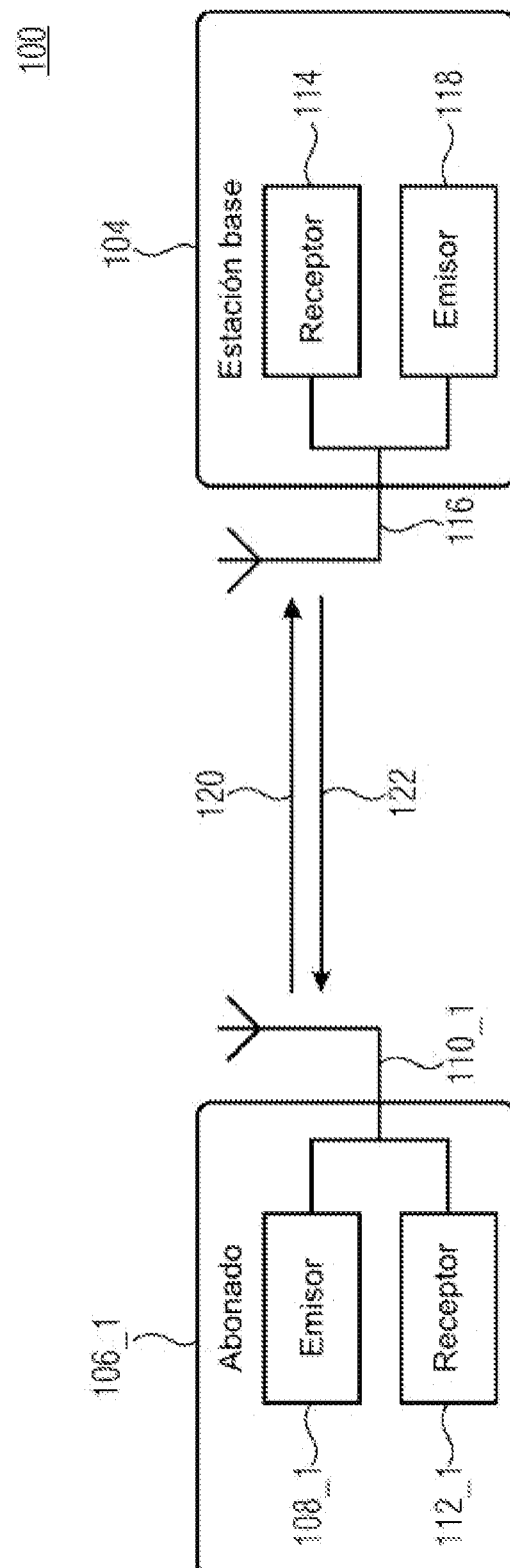


Fig. 4

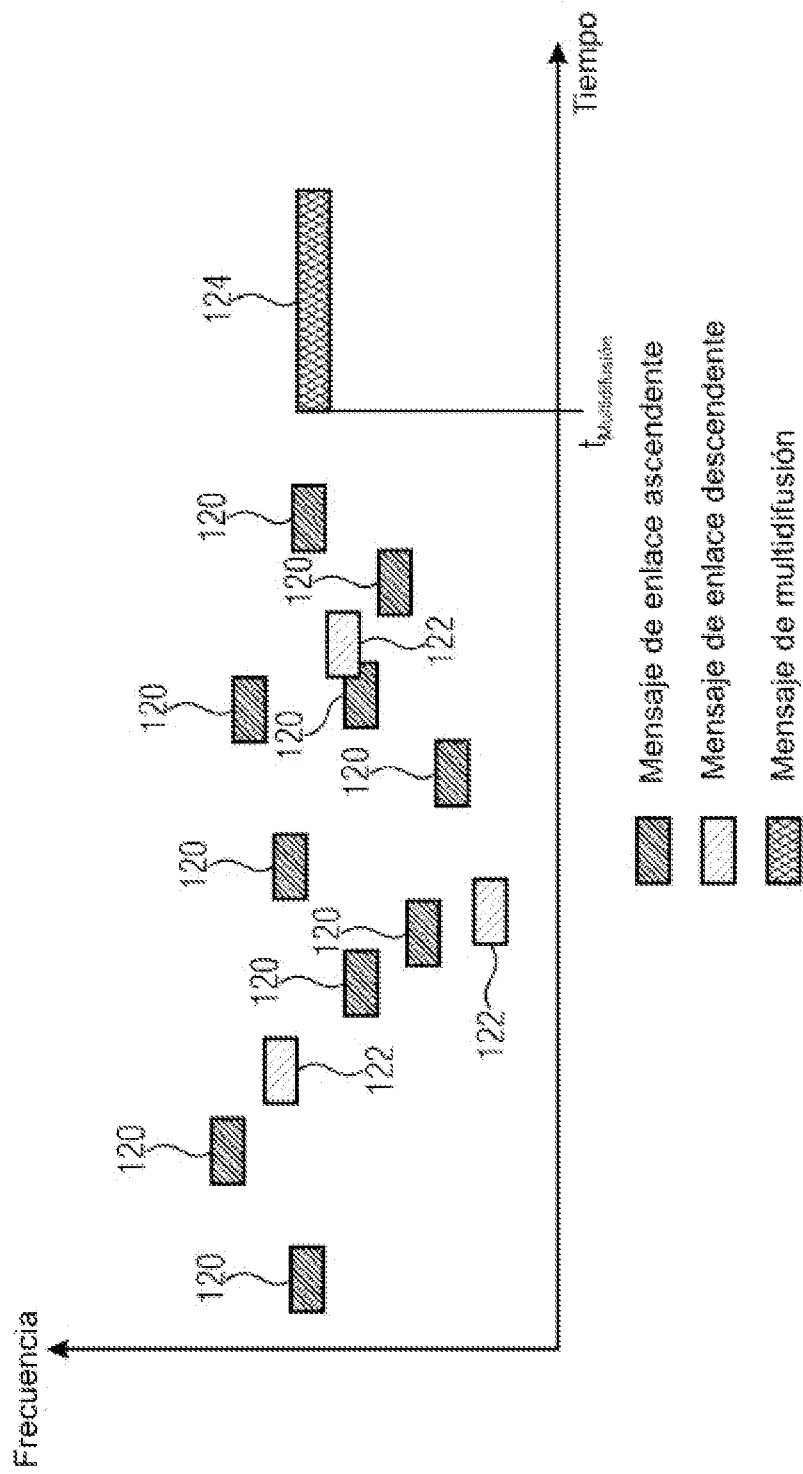


Fig. 5

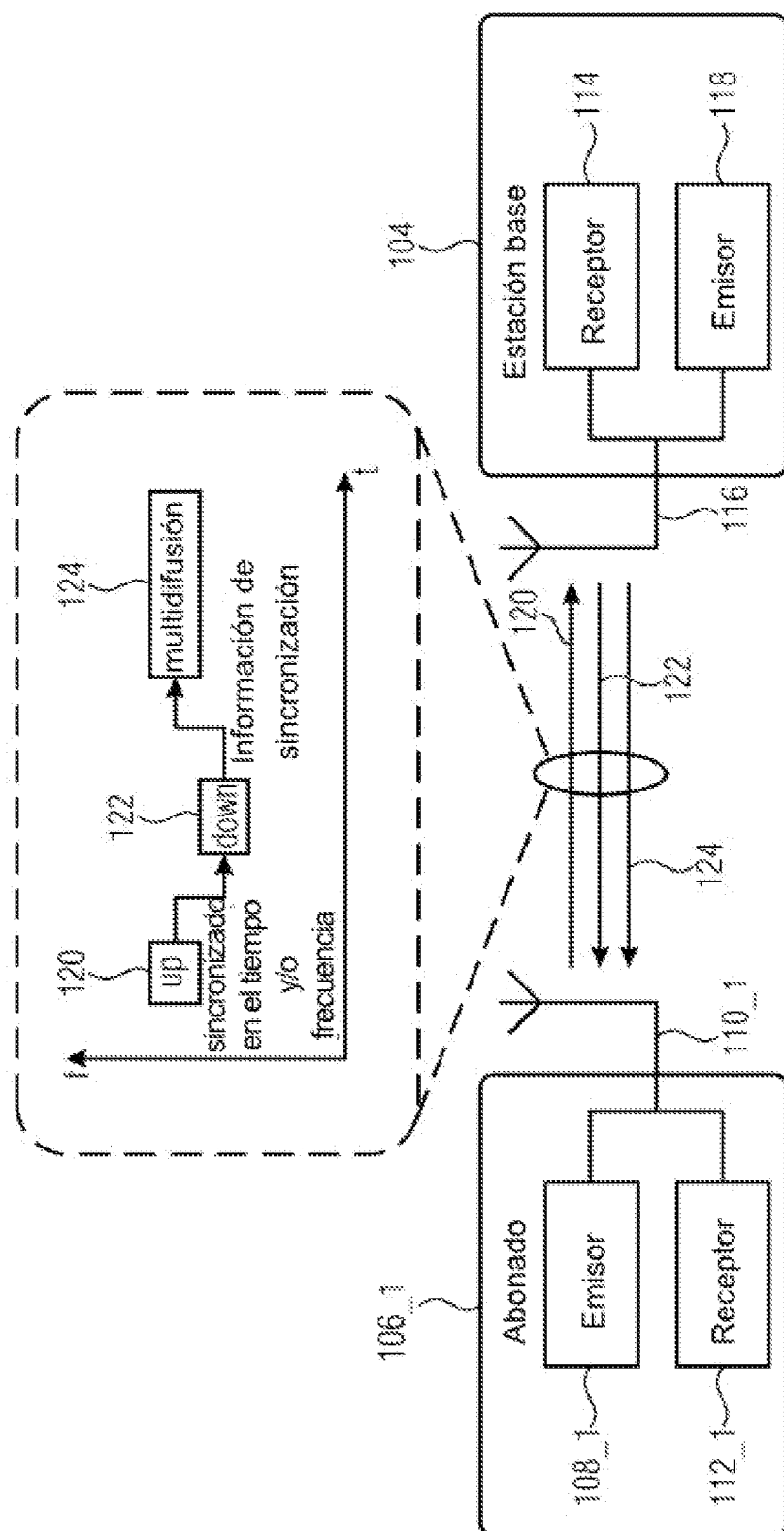


Fig. 6

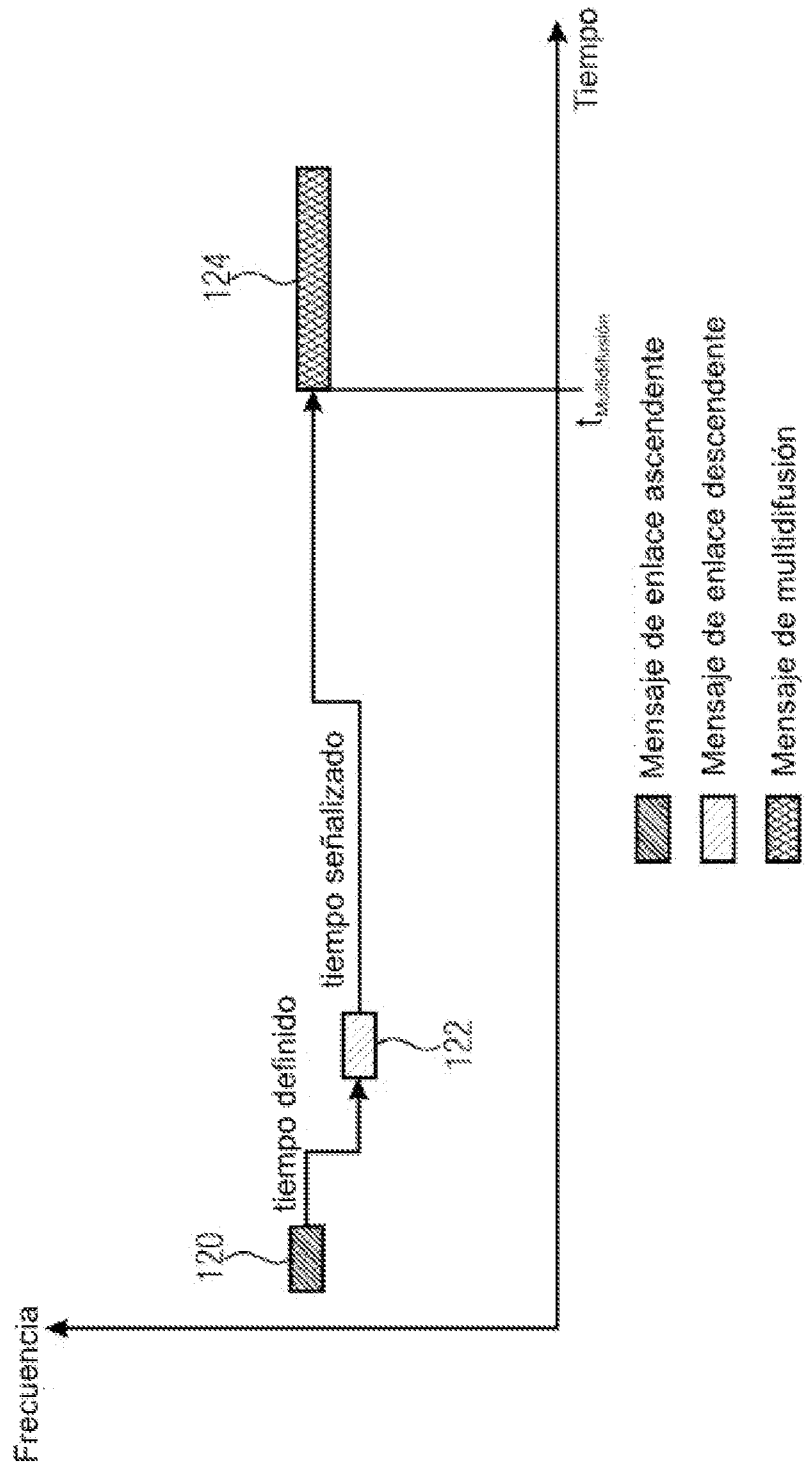


Fig. 7

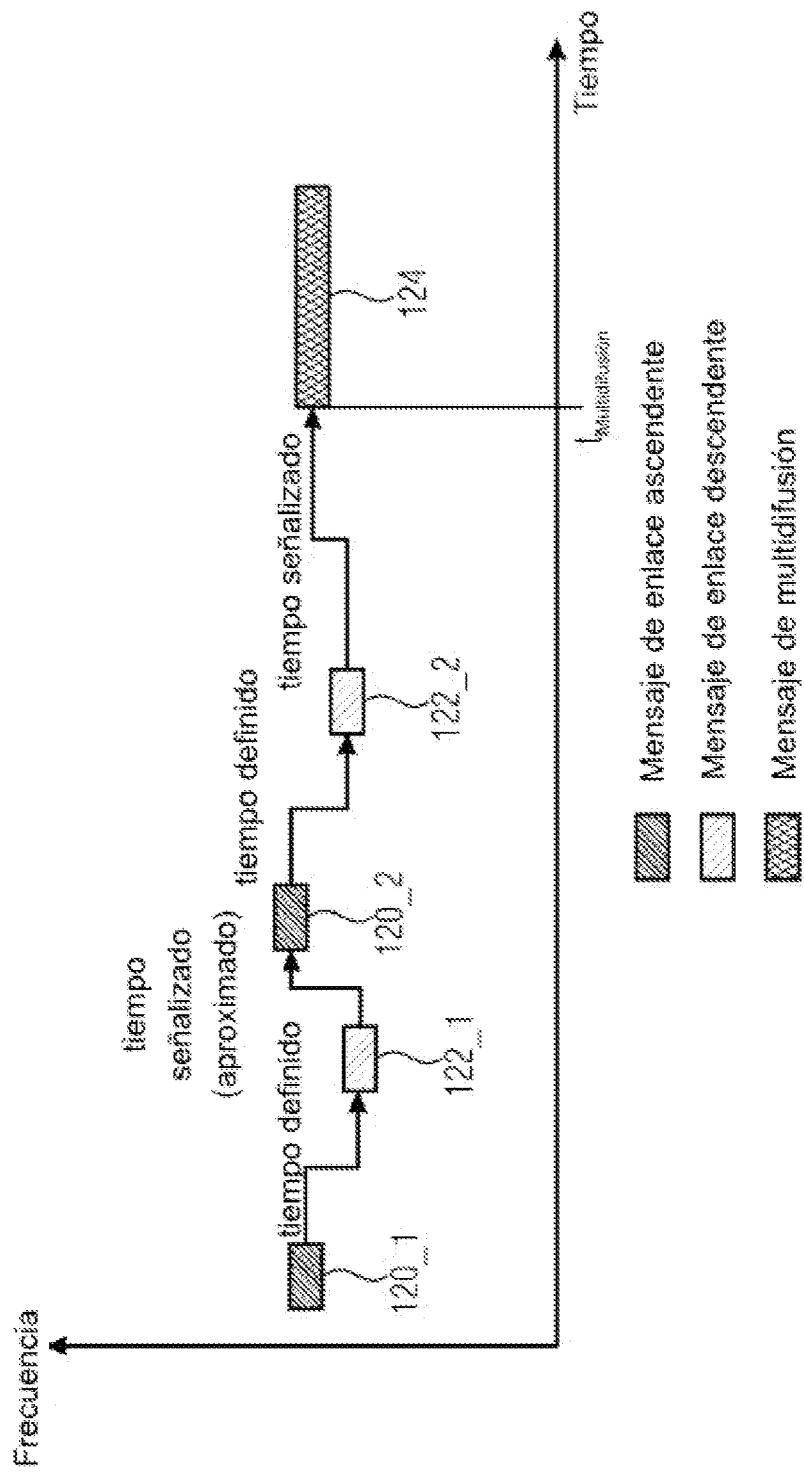


Fig. 8

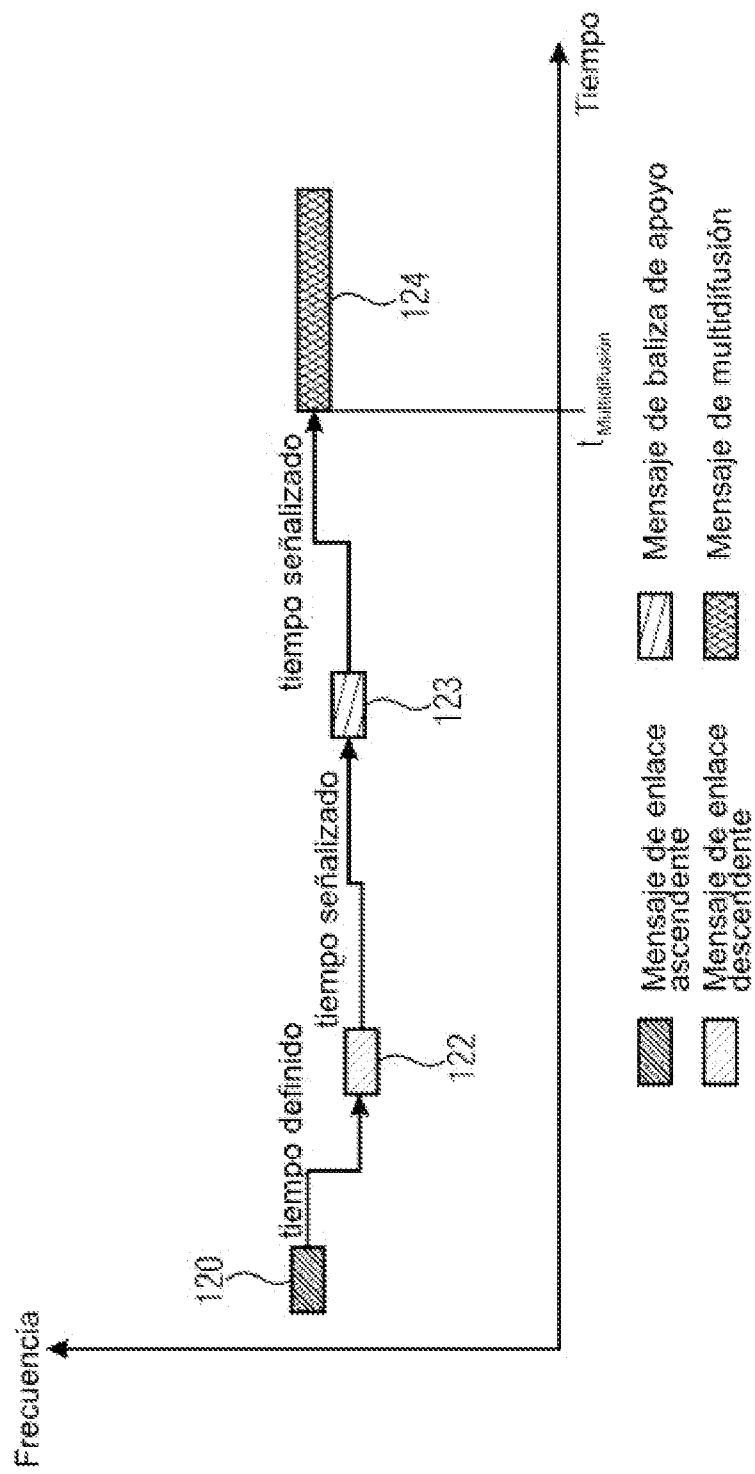


Fig. 9

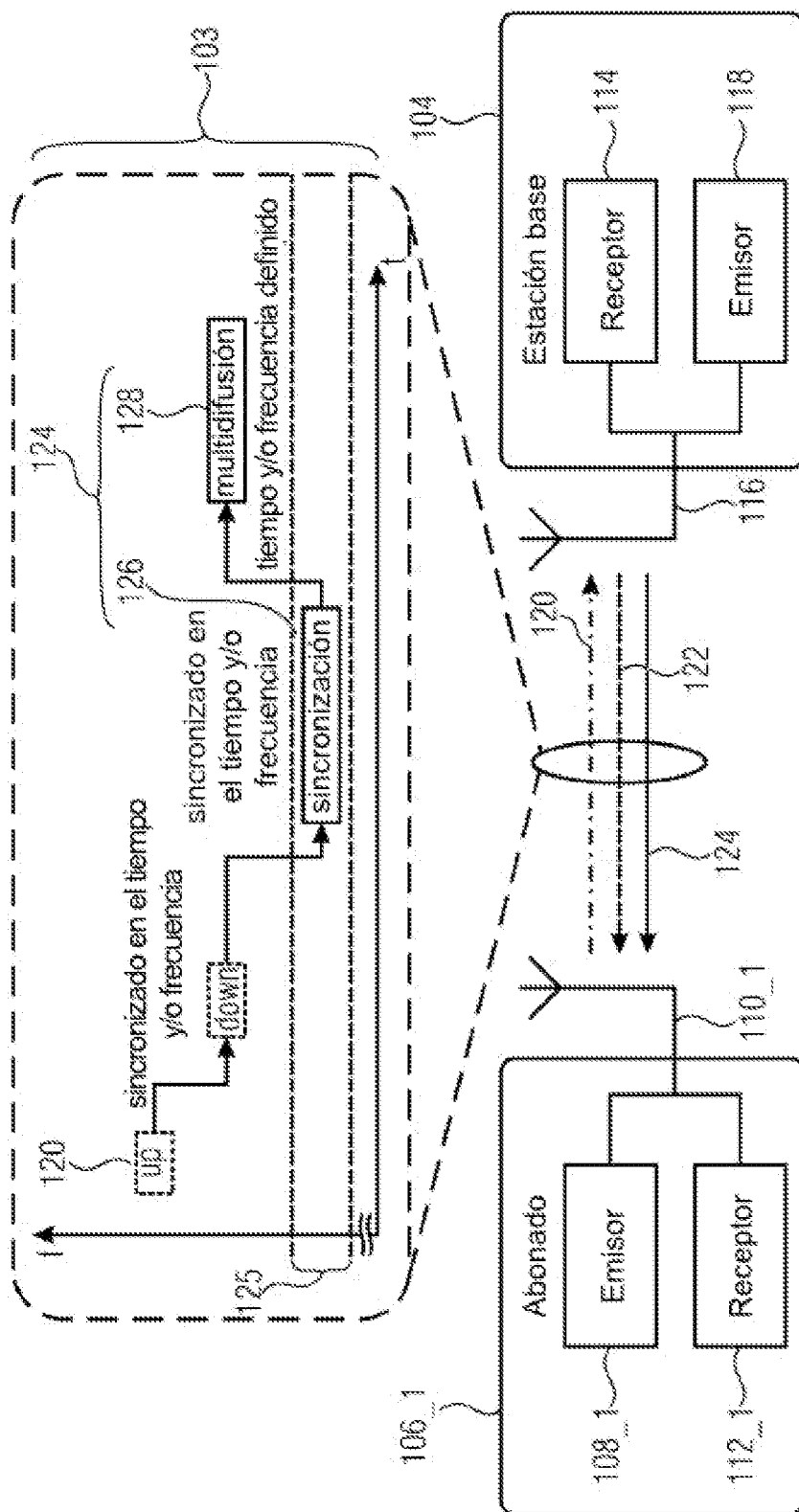
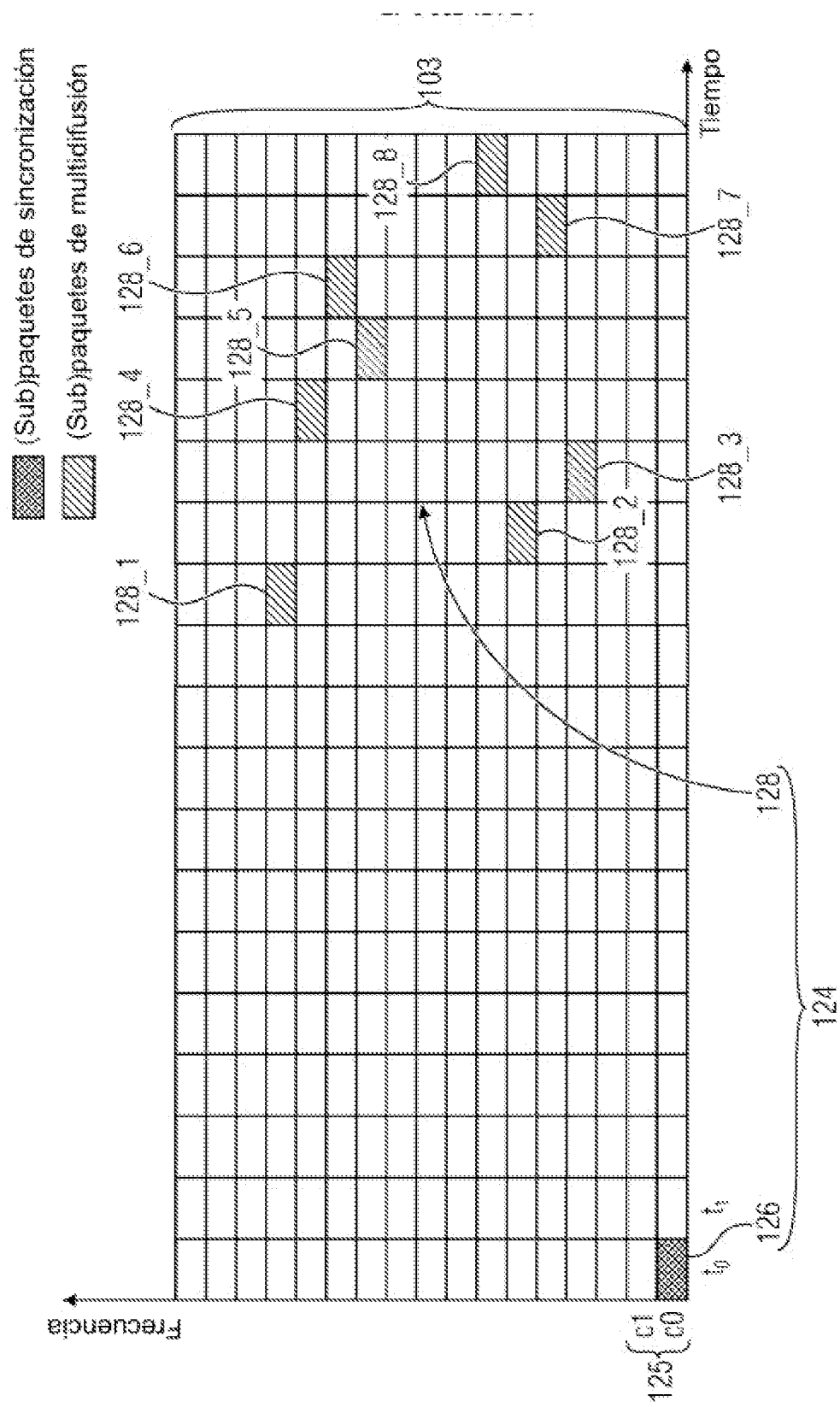
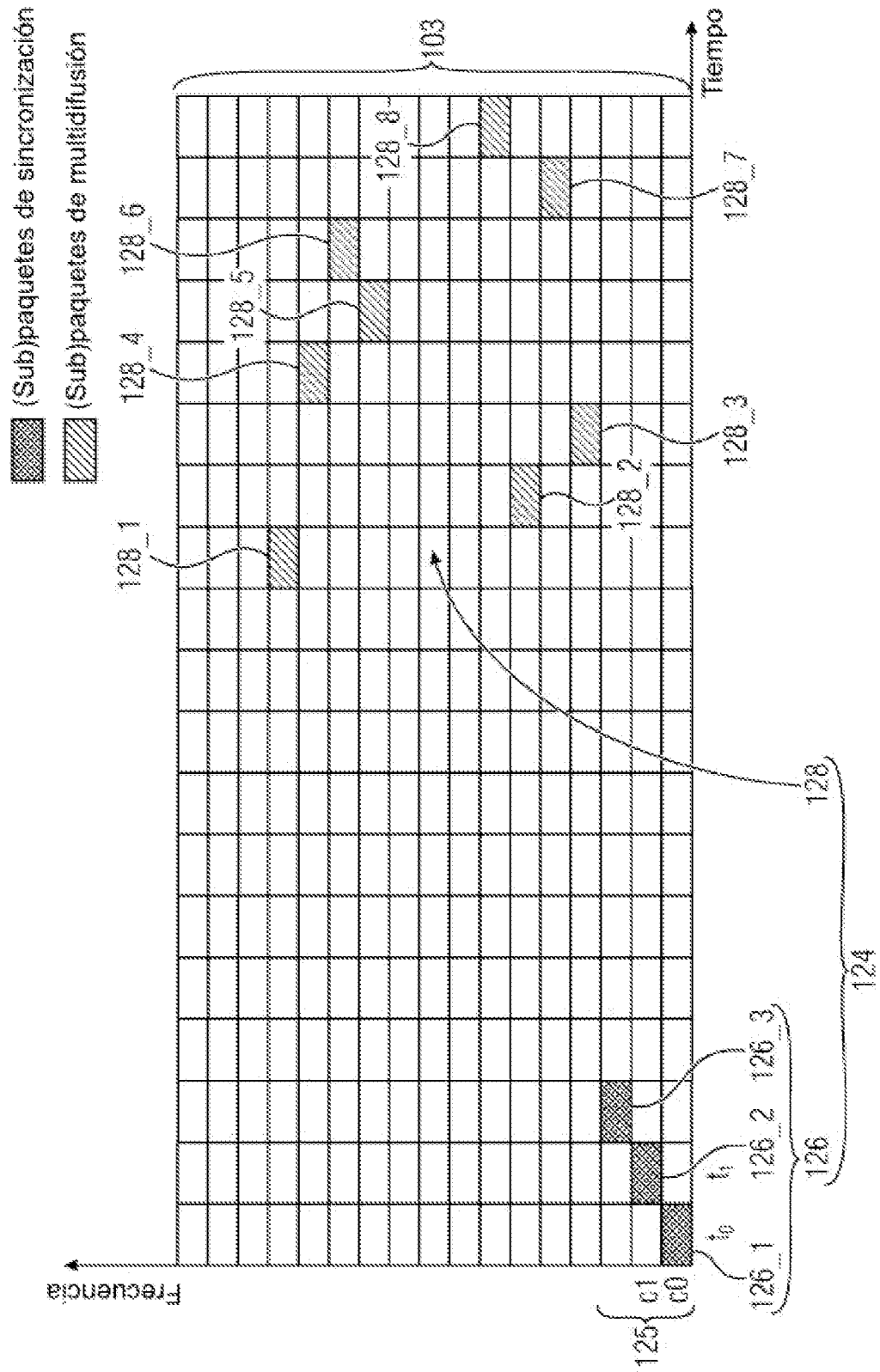


Fig. 10



10



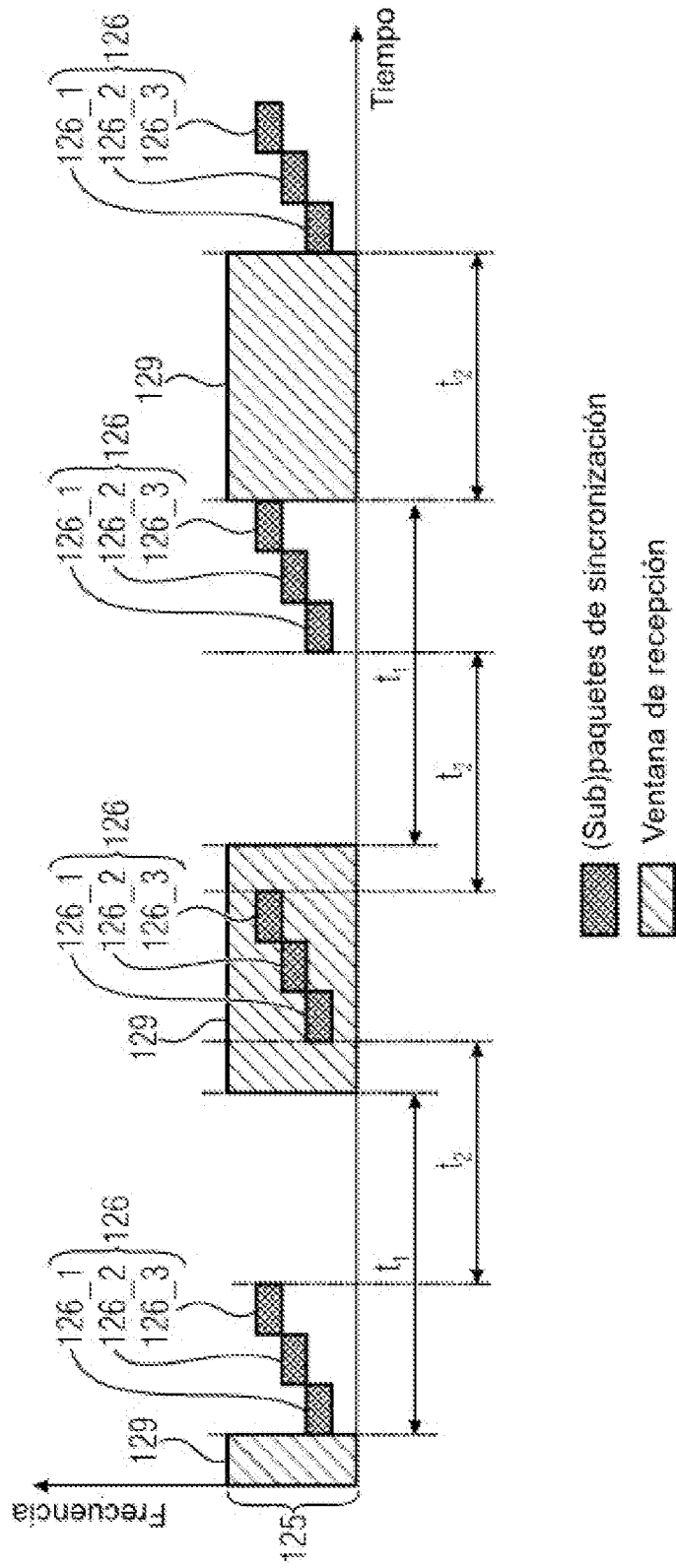


Fig. 13

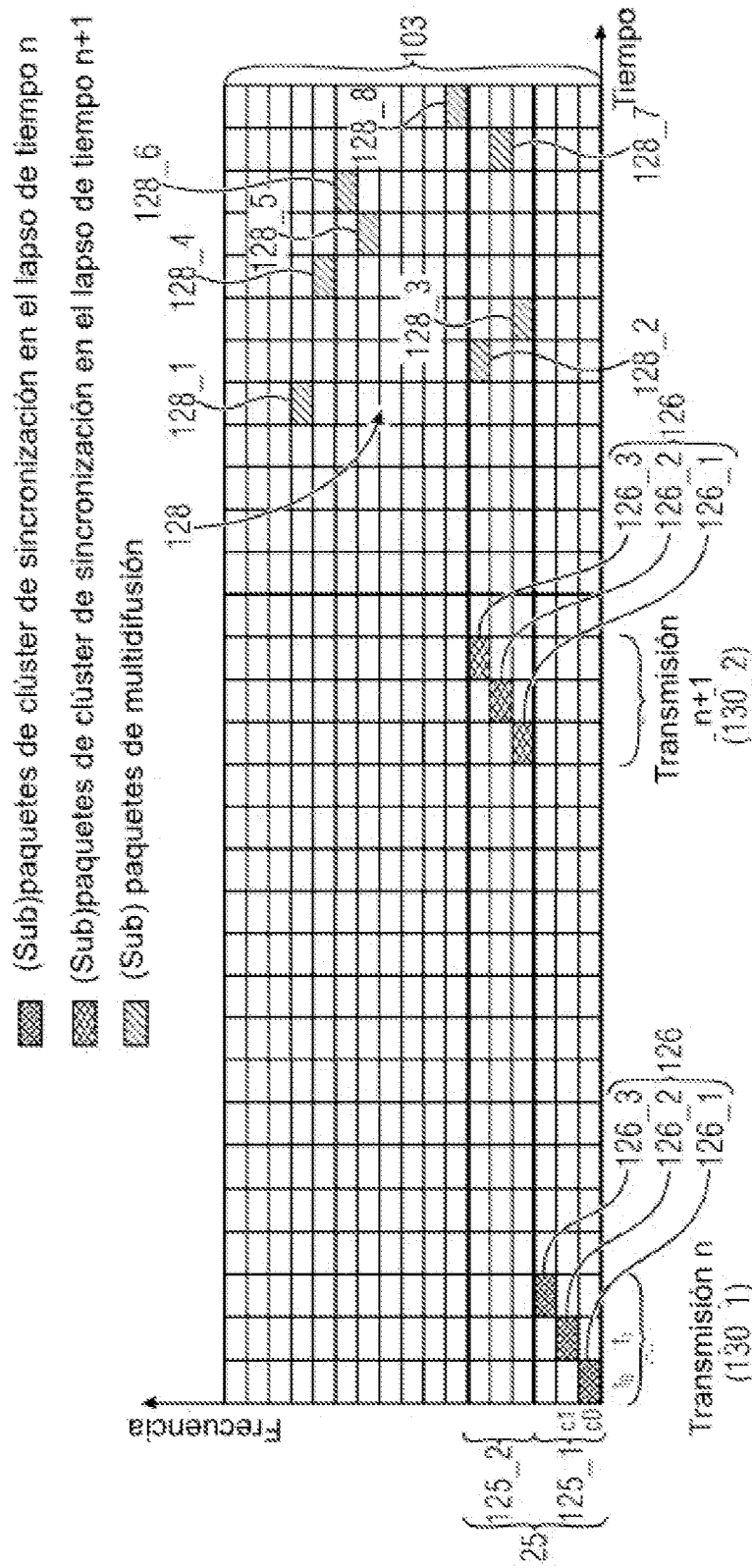


Fig. 14

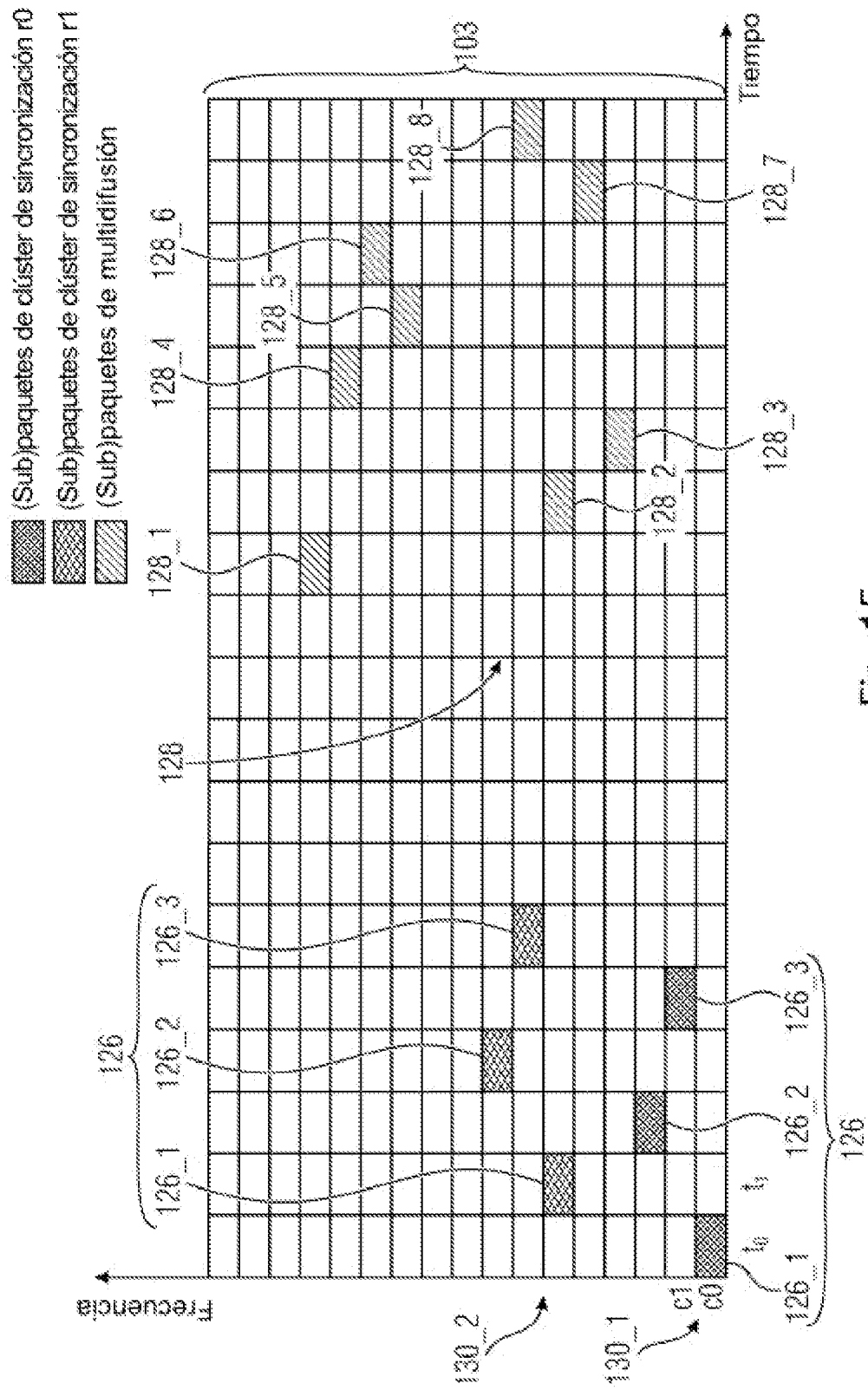


Fig. 15

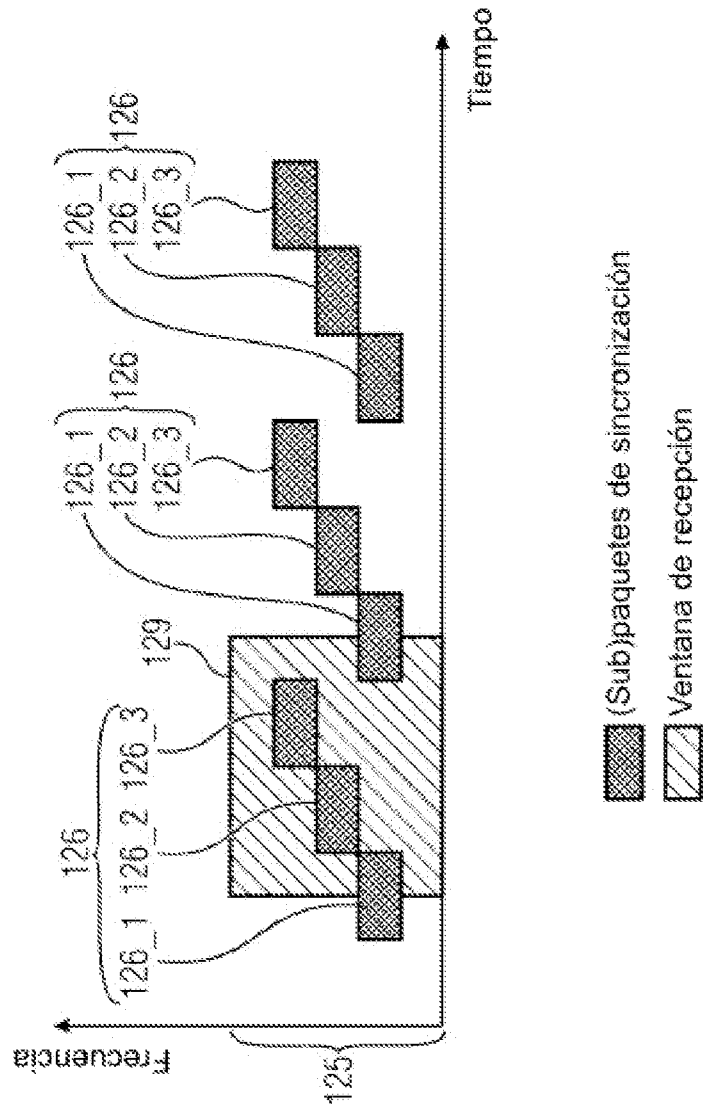


Fig. 16

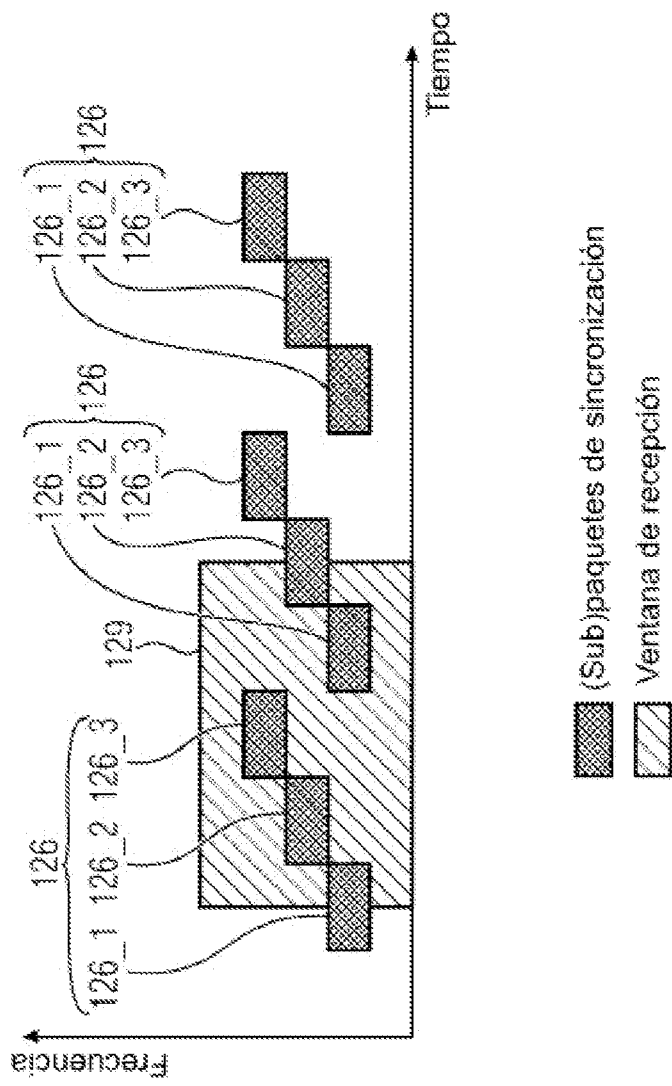


Fig. 17

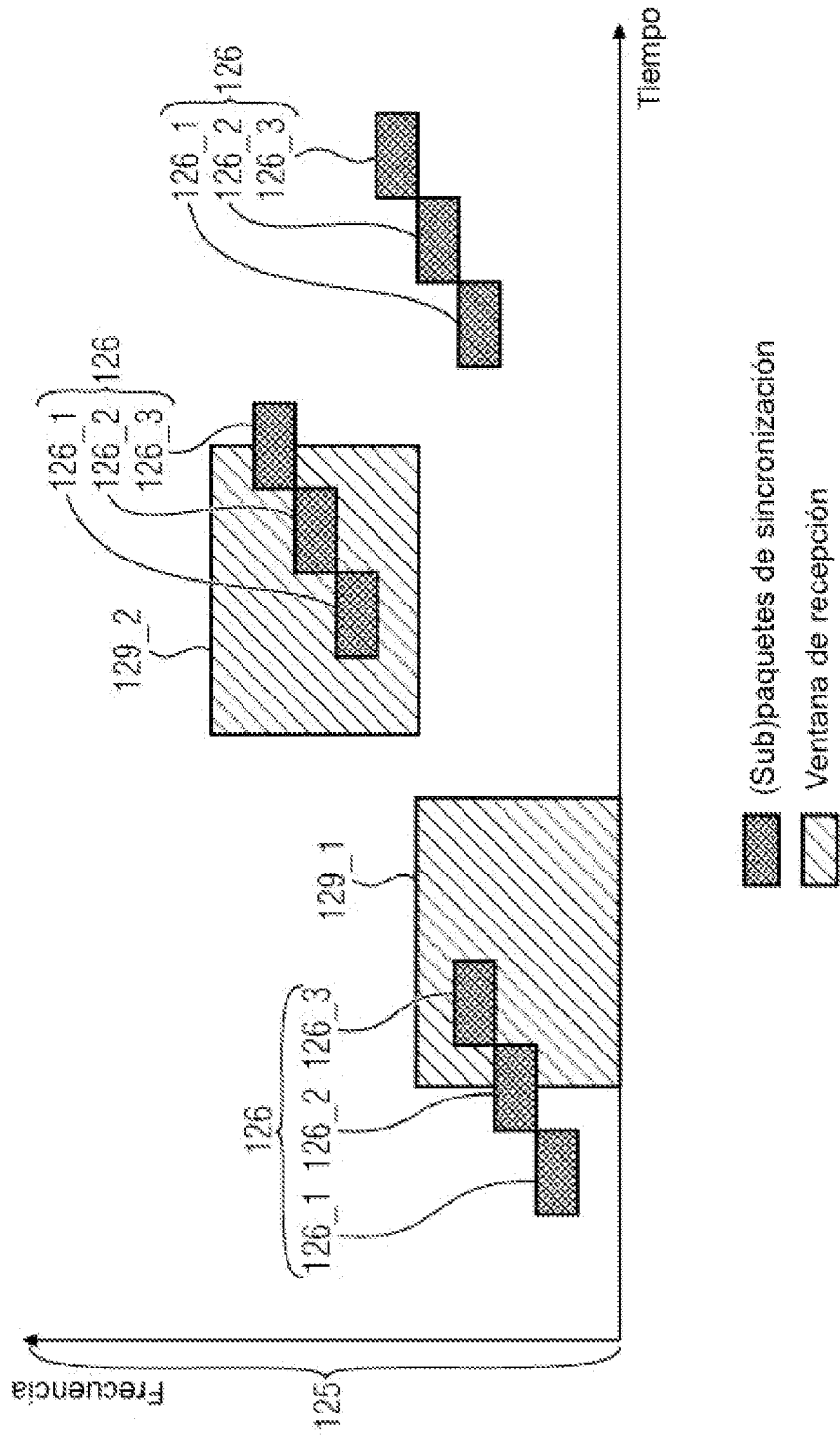


Fig. 18

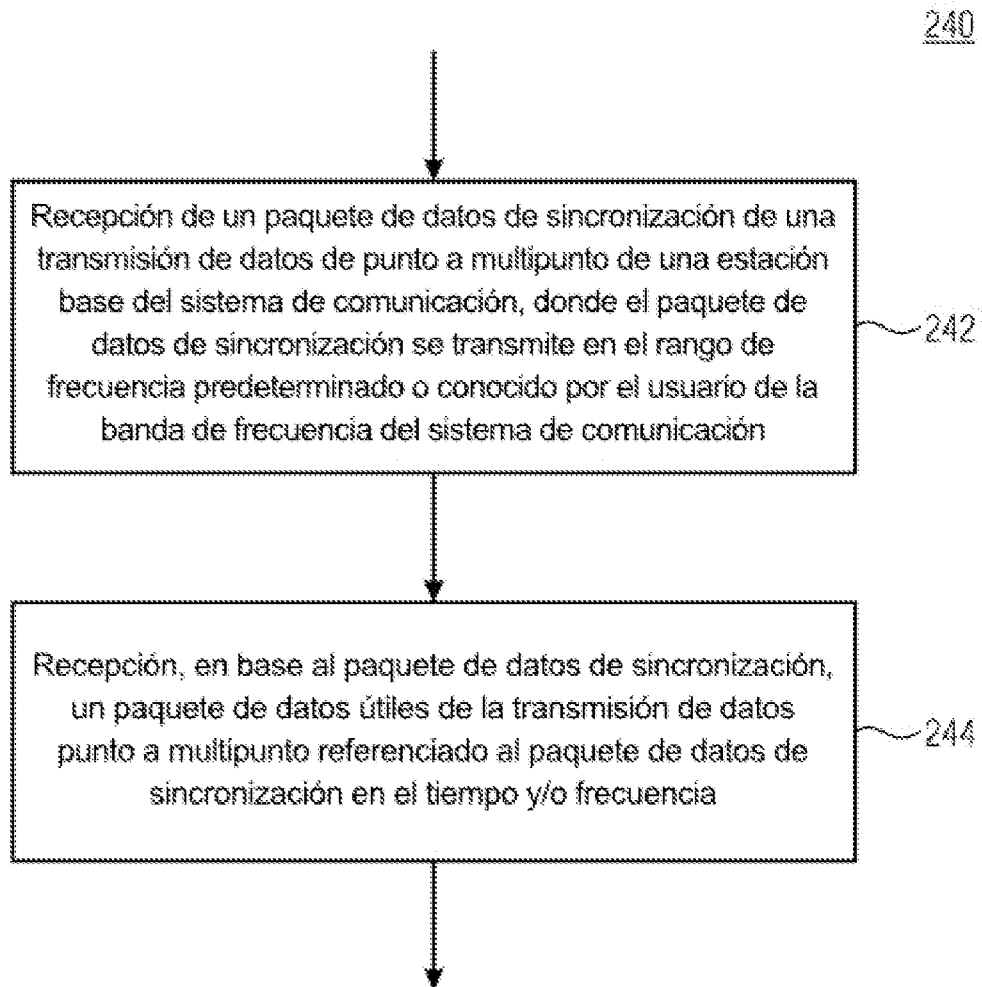


Fig. 19

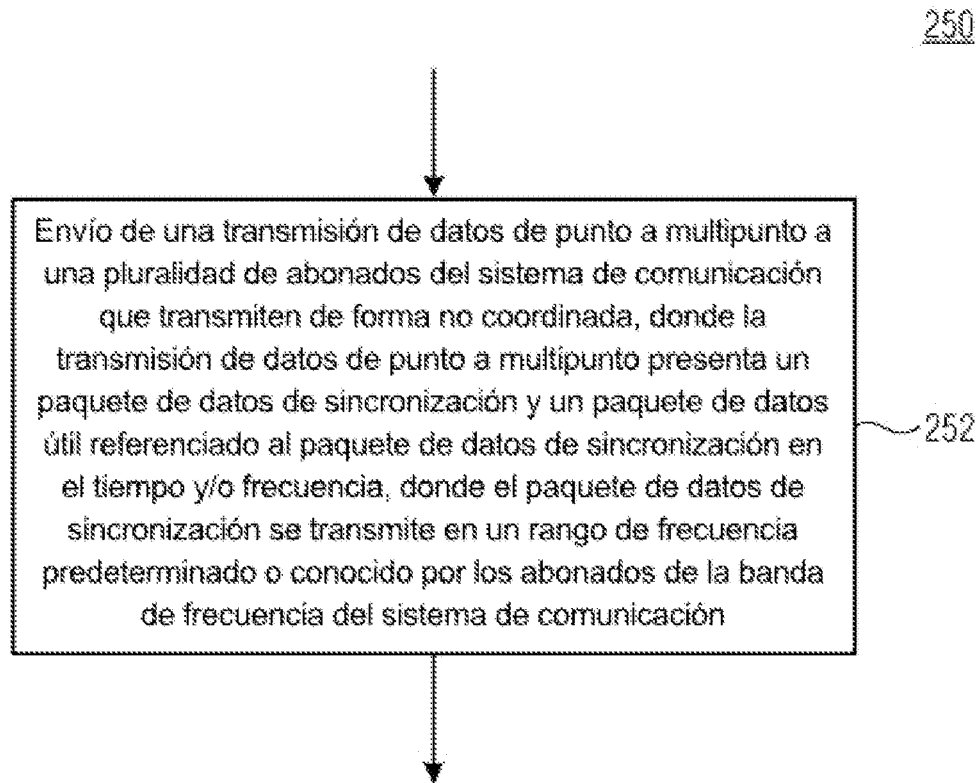


Fig. 20