

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 951 826**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00 (2006.01)

H04J 1/00 (2006.01)

H04B 1/713 (2011.01)

H04B 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.04.2019 PCT/EP2019/059941**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.10.2019 WO19202002**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.04.2019 E 19720492 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.05.2023 EP 3782310**

54 Título: **Detector/decodificador de paquetes para un sistema de transmisión por radio con transmisión a través de varios canales de frecuencia**

30 Prioridad:

20.04.2018 DE 102018206159

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

25.10.2023

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KILIAN, GERD;
KNEISSL, JAKOB;
GAMM, EBERHARD;
BERNHARD, JOSEF;
KOCH, ROBERT y
KÖHLMANN, MARTIN**

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 951 826 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

Detector/decodificador de paquetes para un sistema de transmisión por radio con transmisión a través de varios canales de frecuencia

5

Los ejemplos de realización se refieren a un receptor de datos y, en especial, a un receptor de datos para la recepción de una señal de banda ancha que presenta varios paquetes parciales de datos que están distribuidos en el tiempo y en la frecuencia de manera correspondiente a un patrón de salto de tiempo-frecuencia. Algunos ejemplos de realización se refieren a un detector/decodificador de paquetes para un sistema de transmisión por radio.

10

Por el documento DE 10 2011 082 098 B4 se conoce un sistema de transmisión por radio basado en la división de telegramas, en el que un paquete de datos (o telegrama) que se va a transmitir se divide en una multitud de paquetes parciales de datos, siendo la multitud de paquetes parciales de datos en cada caso más corta que el paquete de datos, y transmitiéndose la multitud de paquetes parciales de datos distribuidos en el tiempo y en la frecuencia de manera correspondiente a un patrón de salto de tiempo-frecuencia.

15

En el caso de la emisión simultánea o solapada en el tiempo de una pluralidad de paquetes de datos divididos en paquetes parciales de datos por una pluralidad de emisores de datos, la potencia de cálculo requerida en el receptor de datos para la detección y decodificación de los paquetes parciales de datos aumenta de forma considerable.

20

El documento US 2004/213327 A1 se refiere a un receptor DFHSS (DFHSS = *Digital Frequency Hopping Spread Spectrum*, espectro ensanchado por salto de frecuencia digital). El receptor DFHSS comprende un detector de frecuencia y uno o más de los denominados decodificadores de decisión suave, determinando el detector de frecuencia al menos una frecuencia de una señal recibida, construyendo el decodificador de decisión suave un denominado modelo de Trellis por medio del uso de la frecuencia detectada como nodo del modelo de Trellis.

25

El documento US 2007/0211785 A1 se refiere a la detección y sincronización de paquetes que se transmiten de manera correspondiente a un procedimiento de salto de frecuencia. En este caso, el código de tiempo-frecuencia (TFC) usado para la transmisión se establece antes de que se realice a continuación la estimación de canal y la decodificación.

30

En la publicación [FRED HARRIS ET AL: 11 Polyphase analysis filter bank downconverts unequal channel bandwidths with arbitrary center frequencies 11, ANALOG INTEGRATED CIRCUITS AND SIGNAL PROCESSING, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, BO, Vol. 71, n.º. 3, 22 de septiembre de 2011 (22-09-2011), páginas 481-494, XP035053645, ISSN: 1573-1979, DOI: 10.1007/S10470-011-9746-Y] 11 se describe un banco de filtro polifásico.

35

En la publicación [Fredric Harris ET AL: 11 An Efficient Full Digital Frequency Hopping Demodulator Based on Polyphase Filter Banks 11 , SDR11-WinnComm, 29 de noviembre de 2011 (29-11-2011), páginas 1-5, XP055625239, Encontrado en Internet: URL: <https://www.wirelessinnovation.org/assets/Proceedings/2011/2011-6a-harris%20chen.pdf>] se describe un demodulador FHSS que presenta dos componentes: un denominado canalizador de de-hopping (vuelta a la señal original) y un denominado canalizador de demodulación de PFSK. Mediante el canalizador de de-hopping, los saltos de tiempo-frecuencia aplicados se invierten basándose en una secuencia de PN (PN = *pseudo-random noise*, ruido pseudoaleatorio) para obtener una señal de FSK exenta de saltos que se proporciona al canalizador de demodulación de PFSK.

45

La presente invención se basa en el objetivo de reducir la potencia de cálculo requerida en el receptor de datos para la detección y decodificación de paquetes parciales de datos. Este objetivo se resuelve mediante las reivindicaciones independientes.

50

En las reivindicaciones dependientes pueden encontrarse perfeccionamientos ventajosos.

Se describen con más detalle ejemplos de realización de la presente invención con referencia a las figuras adjuntas. Muestran:

55

La figura 1 un diagrama de bloques esquemático de un sistema con un emisor de datos y un receptor de datos de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención;

La figura 2 en un diagrama una ocupación del canal de transmisión durante la transmisión de una multitud de paquetes parciales de datos de forma correspondiente a un patrón de salto de tiempo-frecuencia;

60

La figura 3 un diagrama de bloques esquemático de un receptor de datos de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención;

La figura 4 en un diagrama una ocupación del canal de transmisión durante la transmisión de paquetes de datos

por medio del uso de cuatro procedimientos de transmisión diferentes;

- 5 La figura 5 un diagrama de bloque esquemático de un detector de canal único de un receptor de datos de acuerdo con un ejemplo de realización;
- La figura 6 un diagrama de bloques esquemático de un detector multicanal de un receptor de datos de acuerdo con un ejemplo de realización;
- 10 La figura 7 un diagrama de bloques esquemático de un detector multicanal de un receptor de datos de acuerdo con un ejemplo de realización;
- La figura 8 un diagrama de bloques esquemático de una memoria cíclica de señales de un receptor de datos de acuerdo con un ejemplo de realización;
- 15 La figura 9 un diagrama de bloques esquemático de un decodificador de un receptor de datos de acuerdo con un ejemplo de realización;
- La figura 10 un diagrama de bloques esquemático de un receptor de datos de acuerdo con un ejemplo de realización;
- 20 La figura 11 un diagrama de bloques esquemático de un receptor de datos de acuerdo con otro ejemplo de realización;
- La figura 12 un diagrama de bloques esquemático de un receptor de datos de acuerdo con otro ejemplo de realización;
- 25 La figura 13 un diagrama de bloques esquemático de un banco de filtro de un decodificador de un receptor de datos de acuerdo con un ejemplo de realización;
- La figura 14 en un diagrama bandas de transmisión de canales de filtro adyacentes del banco de filtro mostrado en la figura 13 de acuerdo con un ejemplo de realización;
- 30 La figura 15 en un diagrama una banda de transmisión y un ancho de banda de supresión de un canal de filtro del banco de filtro mostrado en la figura 13 de acuerdo con un ejemplo de realización;
- 35 La figura 16 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para la recepción de una señal de banda ancha de acuerdo con un ejemplo de realización y
- La figura 17 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para la recepción de una señal de banda ancha de acuerdo con otro ejemplo de realización.
- 40

En la siguiente descripción de los ejemplos de realización de la presente invención, los elementos idénticos o que actúan de forma idéntica reciben la misma referencia en las figuras, de modo que su descripción es intercambiable.

1. Sistema de transmisión por radio basado en la división de telegramas

- 45 La figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un sistema con un emisor de datos 100 y un receptor de datos 110. El emisor de datos 100 puede estar configurado para emitir una señal 120, presentando la señal 120 al menos dos paquetes parciales de datos 142 separados. El receptor de datos 110 puede estar configurado para recibir la señal 120 (o una versión modificada por el canal de transmisión de la señal 120), que presenta los al menos dos paquetes parciales de datos 142 separados.
- 50

Como puede verse en la figura 1, los al menos dos paquetes parciales de datos 142 están separados o espaciados uno con respecto al otro en el tiempo y/o la frecuencia. La distribución de los al menos dos paquetes parciales de datos 142 separados en el tiempo y/o la frecuencia se puede realizar de forma correspondiente a un patrón de salto (inglés *hopping pattern*) 140.

55

- En algunos ejemplos de realización, el emisor de datos 100 puede presentar un equipo de emisión (o módulo de emisión o transmisor) 102 que está configurado para emitir la señal 120. El equipo de emisión 102 puede estar unido a una antena 104 del emisor de datos 100. El emisor de datos 100 puede presentar además un equipo de recepción (o módulo de recepción o receptor) 106 que está configurado para recibir una señal. El equipo de recepción 106 puede estar unido a la antena 104 o a otra antena (independiente) del emisor de datos 100. El emisor de datos 100 también puede presentar un equipo combinado de emisión y recepción (transceptor).
- 60

En algunos ejemplos de realización, el receptor de datos 110 puede presentar un equipo de recepción (o módulo de

recepción o receptor) 116 que está configurado para recibir la señal 120. El equipo de recepción 116 puede estar unido a una antena 114 del emisor de datos 110. Además, el receptor de datos 110 puede presentar un equipo de emisión (o módulo de emisión o transmisor) 112 que está configurado para emitir una señal. El equipo de emisión 112 puede estar unido a la antena 114 o a otra antena (independiente) del receptor de datos 110. El receptor de datos 110 también puede presentar un equipo combinado de emisión y recepción (transceptor).

En algunos ejemplos de realización, el emisor de datos 100 puede ser un nodo sensor, mientras que el receptor de datos 110 puede ser una estación de base. Típicamente, un sistema de comunicación comprende al menos un receptor de datos 110 (estación de base) y una pluralidad de emisores de datos (nodos sensores, tales como, por ejemplo, contadores de calefacción). Por supuesto, también es posible que el emisor de datos 100 sea una estación de base mientras que el receptor de datos 110 sea un nodo sensor. Además, es posible que tanto el emisor de datos 100 como el receptor de datos 110 sean nodos sensores. Además, es posible que tanto el emisor de datos 100 como el receptor de datos 110 sean estaciones de base.

El emisor de datos 100 y el receptor de datos 110 pueden estar configurados para emitir o recibir datos por medio del uso de un procedimiento de división de telegramas (procedimiento de *telegram splitting*). En este caso, un paquete de datos (o telegrama) que presenta los datos se divide en una multitud de paquetes parciales de datos (o subpaquetes de datos) 142 y los paquetes parciales de datos 142 se transmiten desde el emisor de datos 100 al receptor de datos 110 de forma correspondiente a un patrón de salto 140 de modo distribuido en el tiempo y/o distribuido en la frecuencia, reensamblando (o combinando) el receptor de datos 110 los paquetes parciales de datos 142 de nuevo para obtener el paquete de datos en sí. Cada uno de los paquetes parciales de datos 142 contiene a este respecto únicamente una parte del paquete de datos 120. El paquete de datos puede además estar codificado por canal, de tal manera que se requiere únicamente una parte de los paquetes parciales de datos 142 para la decodificación sin error del paquete de datos, en lugar de todos los paquetes parciales de datos 142.

La distribución en el tiempo de la multitud de paquetes parciales de datos 142 se puede realizar de forma correspondiente a un patrón de saltos de tiempo y/o frecuencia 140, tal como ya se ha mencionado.

Un patrón de salto de tiempo puede indicar una secuencia de momentos de emisión o intervalos de emisión con los que se emiten los paquetes parciales de datos. Por ejemplo, un primer paquete parcial de datos se puede emitir en un primer momento de emisión (o en un primer intervalo de tiempo de emisión) y un segundo paquete parcial de datos, en un segundo momento de emisión (o en un segundo intervalo de tiempo de emisión), siendo el primer momento de emisión y el segundo momento de emisión diferentes. El patrón de salto de tiempo puede definir (o predefinir o indicar) a este respecto el primer momento de emisión y el segundo momento de emisión. Como alternativa, el patrón de salto de tiempo puede indicar el primer momento de emisión y una separación en el tiempo entre el primer momento de emisión y el segundo momento de emisión. Por supuesto, el patrón de salto de tiempo también puede indicar únicamente la separación en el tiempo entre el primer momento y el segundo momento de emisión. Puede haber pausas de emisión entre los paquetes parciales de datos durante las cuales no tiene lugar ninguna emisión. Los paquetes parciales de datos también se pueden solapar (superponer) en el tiempo.

Un patrón de salto de frecuencia puede indicar una secuencia de frecuencias de emisión o saltos de frecuencia de emisión con los que se emiten los paquetes parciales de datos. Por ejemplo, un primer paquete parcial de datos se puede emitir con una primera frecuencia de emisión (o en un primer canal de frecuencia) y un segundo paquete parcial de datos, con una segunda frecuencia de emisión (o en un segundo canal de frecuencia), siendo la primera frecuencia de emisión y la segunda frecuencia de emisión diferentes. El patrón de salto de frecuencia puede definir (o predefinir o indicar) a este respecto la primera frecuencia de emisión y la segunda frecuencia de emisión. Como alternativa, el patrón de salto de frecuencia puede indicar la primera frecuencia de emisión y una separación de frecuencias (salto de frecuencia de emisión) entre la primera frecuencia de emisión y la segunda frecuencia de emisión. Por supuesto, el patrón de salto de frecuencia puede indicar también únicamente la separación de frecuencias (salto de frecuencia de emisión) entre la primera frecuencia de emisión y la segunda frecuencia de emisión.

Por supuesto, la multitud de paquetes parciales de datos 142 también se pueden emitir desde el emisor de datos 100 al receptor de datos 110 distribuidos tanto en el tiempo como en la frecuencia. La distribución de la multitud de paquetes parciales de datos en el tiempo y en la frecuencia se puede realizar de forma correspondiente a un patrón de salto de tiempo-frecuencia. Un patrón de salto de tiempo-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 emisión o intervalos de emisión con los que se transmiten los paquetes parciales de datos 142, estando asignadas frecuencias de emisión (o saltos de frecuencias de emisión) a los momentos de emisión (o intervalos de emisión).

La figura 2 muestra, en un diagrama, una ocupación del canal de transmisión durante la transmisión de una multitud de paquetes parciales de datos 142 de forma correspondiente a un patrón de salto de tiempo-frecuencia. La ordenada describe a este respecto la frecuencia y la abscisa, el tiempo.

Como se puede ver en la figura 2, el paquete de datos 120 se puede dividir, a modo de ejemplo, en $n = 7$ paquetes

parciales de datos 142 y se puede emitir desde el emisor de datos 100 al receptor de datos 110 de forma correspondiente a un patrón de salto de tiempo-frecuencia distribuido en el tiempo y la frecuencia.

5 Como se puede ver también en la figura 2, la multitud de paquetes parciales de datos 142 puede contener secuencias piloto (símbolos piloto (o símbolos de sincronización) 144 en la figura 2) además de datos (símbolos de datos 146 en la figura 2), sobre cuya base el receptor de datos 110 puede detectar los paquetes parciales de datos 142 en una señal de recepción 120 o corriente de datos de recepción. En algunos ejemplos de realización, la detección también se podría realizar sin el empleo de las secuencias piloto, ocurriendo este caso, por ejemplo, en el reconocimiento por radio cuando las secuencias piloto todavía no se conocen.

10 En el caso de la emisión simultánea o solapada en el tiempo de una pluralidad de paquetes de datos divididos en paquetes parciales de datos por una pluralidad de emisores de datos, la potencia de cálculo requerida en el receptor de datos para la detección y decodificación de los paquetes parciales de datos aumenta sin embargo de forma considerable.

15 Para la reducción de la potencia de cálculo requerida para la detección y decodificación, en algunos ejemplos de realización la detección y decodificación de los paquetes parciales de datos se lleva a cabo por separado o de forma independiente entre sí, como se explica a continuación.

20 **2. Ejemplos de realización del receptor de datos (descripción del sistema)**

A continuación se describirán ejemplos de realización de la presente invención que se refieren al procesamiento de señales y almacenamiento de datos en la detección y decodificación de paquetes de datos en el receptor de datos 110 de un sistema de transmisión por radio.

25 La figura 3 muestra un diagrama de bloques esquemático de un receptor de datos 110 de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención. El receptor de datos 110 está configurado para recibir una señal de banda ancha 120, presentando la señal de banda ancha 120 al menos dos paquetes parciales de datos 142 que están distribuidos a lo largo de diferentes frecuencias (por ejemplo, canales de frecuencia) de forma correspondiente a un patrón de saltos 140.

30 El receptor de datos 110 puede presentar un detector 122 que está configurado para llevar a cabo una detección de los al menos dos paquetes parciales de datos 142 en la señal de banda ancha 120 y para proporcionar al menos un parámetro de detección 126 (por ejemplo, un momento de detección y/o una frecuencia de detección) para los paquetes parciales de datos detectados.

35 Por ejemplo, el detector 122 puede estar configurado para proporcionar un parámetro de detección 126 (por ejemplo, un momento de detección y/o una frecuencia de detección) para cada uno de los paquetes de datos parciales detectados. Por supuesto, el detector 122 también puede estar configurado para proporcionar únicamente un parámetro de detección (por ejemplo, un momento de detección (de referencia) y/o una frecuencia de detección (de referencia)) para el patrón de salto 140 de los al menos dos paquetes parciales de datos 142, siendo conocidos implícitamente por la definición del patrón de salto (por ejemplo, los momentos de emisión y/o las frecuencias de emisión), los momentos de recepción y/o las frecuencias de recepción de los al menos dos paquetes parciales de datos 142.

45 El receptor de datos 110 puede presentar además un decodificador 124 que está configurado para llevar a cabo la decodificación de los paquetes de datos parciales detectados por medio del uso del al menos un parámetro de detección 126, por ejemplo, para obtener paquetes decodificados 149.

50 A este respecto, el detector 122 y el decodificador 124 pueden estar realizados de forma separada o independiente entre sí, de manera que el detector 122 puede llevar a cabo o procesar la detección (de los al menos dos paquetes parciales de datos 142) y el decodificador 124, la decodificación (de los paquetes parciales de datos detectados) por separado. El receptor de datos 110 está por lo tanto configurado para llevar a cabo o procesar por separado la detección (de los al menos dos paquetes parciales de datos 142) y la decodificación (de los paquetes parciales de datos detectados).

55 En algunos ejemplos de realización, el detector 122 puede estar configurado para llevar a cabo la detección (de los paquetes parciales de datos 142) de forma continua.

60 En algunos ejemplos de realización, el decodificador 124 puede estar configurado para llevar a cabo la decodificación dependiendo de una potencia computacional disponible del receptor de datos 110.

Por ejemplo, el decodificador 124 puede estar configurado para llevar a cabo la decodificación de uno de los paquetes parciales de datos detectados cuando se dispone de suficiente potencia computacional para la decodificación del

respectivo paquete parcial de datos detectado.

En otras palabras, la figura 3 muestra los componentes, un detector de paquetes 122 para la detección de los paquetes en una señal de banda ancha 120 y un decodificador de paquetes 124 para la evaluación de los paquetes detectados.
 5 Los paquetes detectados representan en este caso los momentos de detección en los que se supone que un paquete ha llegado al receptor 110.

Tal como se muestra en la figura 3 a modo de ejemplo, el receptor de datos 110 puede presentar un detector (detector de paquetes) 122 y un decodificador (decodificador de paquetes) 124. Por supuesto, el receptor de datos 110 también
 10 puede estar implementado mediante un procesador, microprocesador u otro circuito lógico programable, pudiendo estar implementados en este caso los bloques de circuito mostrados en la figura 3, por ejemplo, mediante algoritmos correspondientes.

La figura 4 muestra, en un diagrama, una ocupación del canal de transmisión durante la transmisión de paquetes de datos por medio del uso de cuatro procedimientos de transmisión diferentes. La ordenada describe a este respecto en la figura 4 la frecuencia y la abscisa, el tiempo. En otras palabras, la figura 4 muestra cuatro posibles procedimientos para la transmisión de un solo paquete.

Un primer procedimiento de transmisión (caso 1) comprende una transmisión continua de un paquete de datos a una
 20 frecuencia constante.

Un segundo procedimiento de transmisión (caso 2) comprende una transmisión continua de un paquete de datos en combinación con un procedimiento de salto de frecuencia.

Un tercer procedimiento de transmisión (caso 3) comprende una transmisión discontinua de un paquete de datos (división de telegramas) a una frecuencia constante.

Un cuarto procedimiento de transmisión (caso 4) comprende una transmisión discontinua de un paquete de datos (división de telegramas) en combinación con un procedimiento de salto de frecuencia.

Los ejemplos de realización del receptor de datos 110 son relevantes para los cuatro procedimientos cuando se va a recibir una pluralidad de paquetes que se emiten de forma asíncrona por diferentes emisores y en diferentes frecuencias, de modo que la señal de banda ancha 120 en la entrada presenta un ancho de banda mucho mayor que los paquetes (parciales) (en el caso 1 paquetes, en los casos de 2 a 4, paquetes parciales). Particularmente relevantes son los ejemplos de realización del receptor de datos 110 en el caso 4, que posibilita un grado particularmente alto de transmisiones paralelas asíncronas de paquetes.
 35

Además, se usan generadores de frecuencia con una tolerancia relativamente alta en los emisores 100 por razones de costes, de modo que en los cuatro casos se produce un desplazamiento de frecuencia entre el emisor 100 y el receptor 110, que puede ascender a un múltiplo de la tasa de símbolo f_{sim} de los paquetes parciales 142. Dado que este efecto reduce la probabilidad de colisión de paquetes, el rendimiento máximo del sistema de transmisión puede aumentarse añadiendo deliberadamente un componente estocástico a las frecuencias de emisión. En consecuencia, las frecuencias de emisión en el receptor 110 son, en principio, desconocidas.
 40

La detección y sincronización de los paquetes en el receptor 110 puede realizarse con ayuda de secuencias de sincronización (secuencias piloto con símbolos de sincronización 144) en los paquetes (parciales). Normalmente, estas secuencias están dispuestas en medio de los paquetes parciales 142 (*Midamble*). Sin embargo, se pueden aplicar ejemplos de realización para todas las disposiciones posibles de la secuencia de sincronización (*Preamble*, *Midamble*, *Postamble*) anwendbar.
 45
 50

2.1 Procesamiento de la señal en el detector

La figura 5 muestra un diagrama de bloque esquemático de un detector de canal único 122 de acuerdo con un ejemplo de realización. El detector 122 puede presentar un DDC 150 (= digital down converter en español convertidor digital descendente), que puede estar configurado para mezclar y filtrar la señal de banda ancha 150. Por ejemplo, el DDC 150 puede presentar para esto un mezclador 152 y un filtro de canal 154. Además, el detector 122 puede presentar un filtro adaptado 156, un correlacionador 158 y una detección de paquetes 160.
 55

En otras palabras, la figura 5 muestra el procesamiento de la señal en un detector de canal único 122 a una frecuencia de recepción conocida f_c . A este respecto, la frecuencia de muestreo de la señal en el DDC 150 se reduce de la frecuencia de muestreo f_{WB} de la señal de banda ancha 120 a la frecuencia de muestreo f_{DET} de los componentes posteriores 156, 158. El filtro de canal (CF) 154 puede actuar como filtro anti-alias para el muestreo parcial y puede presentar para ello una atenuación de supresión suficientemente alta para este fin.
 60

Al DDC 150 le sigue un filtro adaptado (MF) 156 para el filtrado de impulsos, una correlación multietapa (CORR) 158 para las secuencias de sincronización de los paquetes parciales y su agregación, y la detección de paquetes en sí 160.

- 5 A continuación, todas las frecuencias de muestreo se indican además en múltiplos de la tasa de símbolos f_{sim} de los subpaquetes 142. Lo siguiente se aplica al detector 122:

$$f_{WB} = M_{WB} \cdot f_{sin} \quad \text{y} \quad f_{DET} = M_{DET} \cdot f_{sin}$$

- 10 Los valores para M_{DET} son, por ejemplo, (p. ej. típicamente) 2 y 4, es decir, el procesamiento en el detector 122 se puede realizar, por ejemplo, (p. ej. por norma general) al doble o al cuádruple de la tasa de símbolo. El valor para M_{WB} es por norma general (por ejemplo, considerablemente) mayor, es decir, se aplica:

$$f_{DET} \ll f_{WB} \quad \text{o} \quad M_{DET} \ll M_{WB}$$

- 15 Debido al desplazamiento de frecuencias entre el emisor 100 y el receptor 110, el detector 122 se puede diseñar como un detector multicanal con N canales de recepción paralelos, como se explica a continuación con referencia a la figura 6.

- 20 La figura 6 muestra un diagrama de bloques esquemático de un detector multicanal 122 de acuerdo con un ejemplo de realización. En otras palabras, la figura 6 muestra un detector multicanal con N canales. Como puede observarse en la figura 6, el detector multicanal 122 puede presentar, para cada canal, un mezclador 152, un filtro de canal 154, un filtro adaptado 156 y un correlacionador 158.

- 25 La separación admisible entre canales

$$\Delta f_C = f_{sin} / M_C$$

- 30 puede depender de las secuencias de sincronización usadas y del tipo de correlación y puede ascender, por ejemplo (por norma general) a 1/4... 1/16 de la tasa de símbolo f_{sim} :

$$M_C = 4 \dots 16$$

- 35 Así pues, la corriente de datos a la salida de los filtros adaptados 156 y a la salida del primer nivel de la correlación puede ser mayor que la corriente de datos de la señal de banda ancha 120 a la entrada en un factor $M_C \cdot M_{DET}$. La cantidad de canales asciende a:

$$N = M_{WB} \cdot M_C$$

- 40 Los mezcladores 152, los filtros de canal (CF) 154 y los filtros adaptados (MF) 156 pueden implementarse mediante un banco de filtro polifásico (CMFB), como se muestra en la figura 7. A este respecto, los filtros CF 154 y MF 156 se combinan en un filtro polifásico (CF+MF).

- 45 En detalle, la figura 7 muestra un diagrama esquemático de bloques del detector 122, de acuerdo con un ejemplo de realización. El detector 122 comprende un (primer) banco de filtro 162 y los correlacionadores 158, pudiendo el banco de filtro 162 estar configurado para dividir la señal de banda ancha 120 en N señales de banda parcial 164 mediante filtrado polifásico (y, por ejemplo, una DFT de N puntos o una FFT de N puntos). Los correlacionadores 158 pueden estar configurados para llevar a cabo la detección de los paquetes de banda parcial de datos 142 en las N señales de banda parcial 164, por ejemplo, mediante la correlación de las N señales de banda parcial 164 con una secuencia de sincronización o secuencias de sincronización (conocidas) contenidas en los paquetes de banda parcial de datos 142.

- 50 Como puede verse también en la figura 7, el filtrado multicanal se puede realizar con una DFT de N puntos o, si N es una potencia de dos, con una FFT de N puntos. El factor de polifase P indica la relación entre la cantidad N_P de coeficientes de filtro y la cantidad N de canales, y depende de la separación entre canales, dada por el factor M_C , y de la atenuación de supresión requerida del filtro. Los valores se encuentran, por ejemplo (típicamente), en el intervalo $P = 1 \dots 2$. Para $P = 1$ resulta un banco de filtro ordinario con $N_P = N$.

El muestreo parcial por el factor

60
$$U_{DET} = f_{WB} / f_{DET} = M_{WB} / M_{DET}$$

se puede realizar mediante un ancho de paso correspondiente en la señal de banda ancha.

Las señales de los canales individuales se pueden convertir en señales de banda de base (señales de banda parcial) sin desplazamiento de frecuencia mediante derrotación.

5 La siguiente tabla (Tabla 1) resume los parámetros del detector 122 y menciona ejemplos de un sistema 1 con $M_{WB} = 96$ y un sistema 2 con $M_{WB} = 1024$. Para ambos sistemas se aplica a modo de ejemplo que $M_{DET} = 2$ y $M_C = 8$.

Nombre del parámetro	Parámetro	Ecuación	Sistema 1	Sistema 2
Sobremuestreo de la señal de banda ancha	M_{WB}		96	1024
Sobremuestreo en dirección de tiempo	M_{DET}		2	2
Sobremuestreo en dirección de frecuencia	M_C		8	8
Muestreo parcial = anchura de paso	U_{DET}	M_{WB}/M_{DET}	48	512
Cantidad de canales = longitud de DFT/FFT	N	$M_{WB} \cdot M_C$	768	8192
Factor polifásico	P		1	1
Cantidad de coeficientes del filtro	N_P	$P \cdot N$	768	8192
Aumento de la corriente de datos	K_{DET}	$M_C \cdot M_{DET}$	16	16

10 El esfuerzo computacional necesario es muy elevado debido a la cantidad típicamente alta de canales N y depende únicamente en pequeña medida de la cantidad de paquetes detectados.

2.2 Retardo de la señal de banda ancha

15 El procesamiento en el detector de paquetes 122 presenta un retardo, que puede estar compuesto por el retardo de los filtros y la distancia entre las secuencias de sincronización del primer y el último paquete parcial 142. Por lo tanto, la señal de banda ancha 120 se puede retardar mediante una memoria cíclica de señales 170 antes de que se pueda alimentar al decodificador de paquetes 124, como se muestra en la figura 8.

20 En detalle, la figura 8 muestra un diagrama de bloques esquemático de una memoria cíclica de señales 170, que está configurado para almacenar temporalmente la señal de banda ancha 120 recibida para obtener una señal de banda ancha 120' retardada. En otras palabras, la figura 8 muestra un retardo de la señal de banda ancha 120.

En un receptor de software 110 para una recepción masiva en paralelo, el retardo puede comprender además el tiempo que puede transcurrir desde la detección de un paquete hasta el procesamiento real del paquete.

25 2.3 Procesamiento de la señal en el decodificador

30 La figura 9 muestra un diagrama de bloques esquemático de un decodificador 124 de acuerdo con un ejemplo de realización. El decodificador 124 está configurado para decodificar un paquete parcial de datos 142 detectado basándose en el parámetro de detección 126 proporcionado por el detector 122 (por ejemplo, momento de referencia (general) $t_{PKT,C}$ y frecuencia (general) $f_{PKT,C}$).

35 Por ejemplo, el decodificador 124 puede presentar un extractor 180 que está configurado para basándose en el parámetro de detección 126 (por ejemplo, momento de referencia (general) $t_{PKT,C}$ y frecuencia (general) $f_{PKT,C}$) proporcionado por el detector 122, seleccionar una sección de señal apropiada (por ejemplo, en dirección de frecuencia y tiempo, simbolizada por el conmutador 181 y el mezclador 182). Además, el decodificador 124 puede presentar un mezclador 182, un filtro de canal 184, un filtro adaptado 186, una sincronización t/f 188 y una decodificación de paquetes 190.

40 Como puede verse en la figura 9, el procesamiento en el decodificador se puede realizar sobre la base de los parámetros (parámetros de detección 126) de un paquete detectado. En este caso, el momento de referencia $t_{PKT,C}$ se puede corresponder al momento de detección en el detector de paquetes 122 con una granularidad de tiempo $\Delta t_{PKT,C} = 1/f_{DET}$. La frecuencia $f_{PKT,C}$ se puede corresponder a la frecuencia central del canal de detector en el que se detectó el paquete. La granularidad $\Delta f_{PKT,C}$ se puede corresponder a la separación de canales Δf_C .

45 El conmutador 180 y el mezclador 182 de la figura 9 simbolizan la selección de las secciones de señal de los paquetes parciales 142 en dirección de tiempo y de frecuencia sobre la base de los parámetros (parámetros de detección) 126. En el filtro de canal (CF) 184 puede tener lugar el muestreo parcial a la frecuencia de muestreo:

$$f_{SINC} = M_{SINC} \cdot f_{sin}$$

50 El factor de muestreo parcial asociado asciende a:

$$U_{SINC} = f_{WB} / f_{SINC} = M_{WB} / M_{SINC}$$

5 Esto da como resultado una granularidad $\Delta t_{PKT,F} = 1 / f_{SINC}$ para la subsiguiente t-sincronización $t_{PKT,F}$. Los valores se encuentran, por ejemplo (típicamente), en el intervalo $M_{SINC} = 4 \dots 16$.

10 También en el decodificador 124, el filtro de canal (CF) 184 y el filtro adaptado (MF) 186 se pueden combinar para dar un único filtro (CF+MF). En este caso esto puede dar lugar, por ejemplo, al mismo filtro que en el banco de filtro polifásico (CMFB) 162 del detector 124 de la figura 7. El filtrado se puede realizar como filtrado polifásico ordinario con muestreo parcial por un factor de U_{SINC} . Como alternativa, el filtrado se puede realizar mediante convolución rápida (*Fast Convolution*) en el intervalo de frecuencia. Esto también es adecuado ya que las secciones de señal de los paquetes parciales son a menudo tan cortas que la convolución rápida puede tener lugar en un bloque.

15 La sincronización $f_{PKT,F}$ se puede realizar mediante una rotación correspondiente de la señal de acuerdo con el filtro adaptado (MF) 186. Sin embargo, en el caso de mayores requisitos debidos a un procedimiento de modulación de nivel superior junto con una granularidad $\Delta f_{PKT,C}$ elevada, puede ser necesario repetir la mezcla y el filtrado con el valor $f_{PKT,F}$ más preciso para eliminar la interferencia de símbolos causada por el desplazamiento de frecuencia

$$\Delta f_{PKT} = f_{PKT,F} - f_{PKT,C}$$

20

Una vez realizada la sincronización t/f , se pueden extraer los símbolos con la tasa de símbolo f_{sim} y se pueden suministrar a la decodificación de paquetes 190.

25 La siguiente tabla (Tabla 2) resume parámetros ejemplares en el decodificador 124.

Nombre del parámetro	Parámetro	Ecuación	Sistema 1	Sistema 2
Sobremuestreo de la señal de banda ancha	M_{WB}		96	1024
Sobremuestreo en dirección de tiempo	M_{SINC}		12	8
Muestreo parcial	U_{SINC}	M_{WB}/M_{SINC}	8	128
Cantidad de coeficientes (CF+MF)	N_P	véase det.	768	8192

30 El procesamiento mostrado en la figura 9 se debe llevar a cabo para cada paquete parcial 142 detectado, es decir, el esfuerzo computacional requerido es proporcional a la cantidad de paquetes parciales 142 detectados. En el caso de recepción masivamente paralela, el esfuerzo computacional aumenta mucho y puede superar el esfuerzo computacional en el detector 122.

2.4 Interacción entre el detector de paquetes y el decodificador de paquetes

35 La figura 10 muestra un diagrama de bloques esquemático de un receptor de datos 110 de acuerdo con un ejemplo de realización no reivindicado.

El receptor de datos 110 comprende un detector 122, un decodificador 124 y una memoria cíclica de señal 170.

40 El detector 122 puede comprender un primer banco de filtro 162, que puede estar configurado para dividir la señal de banda ancha 120 en N señales de banda parcial 164 para detectar los paquetes parciales de datos 142, pudiendo presentar las N señales de banda parcial bandas parciales diferentes (por ejemplo, parcialmente solapadas) de la señal de banda ancha 120. El detector 122 puede configurarse para llevar a cabo la detección de los paquetes parciales de datos 142 en las N señales de banda parcial 164, por ejemplo correlacionando las N señales de banda
 45 parcial 164 con una secuencia de sincronización o secuencias de sincronización (conocidas) incluidas en los paquetes parciales de datos 142 para proporcionar parámetros de detección 126 (por ejemplo, momentos de detección y/o frecuencias de detección) para los paquetes parciales de datos 142 detectados. Por ejemplo, el detector 122 puede incluir una correlación y detección de paquetes 166 que puede configurarse para llevar a cabo la correlación y detección de paquetes. Con este fin, la correlación y detección de paquetes 166 puede presentar, por ejemplo, los
 50 correlacionadores 158 mostrados en la figura 7.

La memoria cíclica de señal 170 puede estar configurada para almacenar temporalmente la señal de banda ancha 120 recibida para proporcionar una señal de banda ancha 120' retardada.

55 El decodificador 124 puede estar configurado para extraer los paquetes de datos detectados 142 de la señal de banda ancha 120 recibida (o de la versión retardada de la señal de banda ancha 120' recibida) por medio del uso de los parámetros de detección 126. Para ello, el decodificador 124 puede presentar, por ejemplo, una multitud de los

extractores 180 y filtrado 183 (por ejemplo, filtros de canal 184 y filtros adaptados 186) mostrados en la figura 9. A este respecto, una cantidad de canales del decodificador 124 puede corresponder a una cantidad N de canales del detector 122. Por supuesto, el decodificador 124 puede incluir una cantidad N de canales. Por supuesto, el decodificador 124 también puede presentar más o menos canales que el detector 122.

5

Si la cantidad de paquetes detectados es pequeña, el ejemplo de realización del receptor de datos 110 mostrado en la figura 9 puede utilizarse sin problemas. Dado que las secciones de señal con los paquetes parciales 142 se extraen de la señal de banda ancha 120, se requiere un gran esfuerzo computacional debido al elevado muestreo parcial U_{SINC} , que puede llegar a ser problemático en determinadas circunstancias con la recepción masivamente paralela.

10

El ejemplo de realización de un receptor de datos 110 mostrado en la figura 11, en el que las señales de banda parcial 164 del detector de paquetes 122 se usan también en el decodificador de paquetes 124, puede proporcionar un remedio.

15

En detalle, la figura 11 muestra un diagrama de bloques esquemático de un receptor de datos 110 de acuerdo con otro ejemplo de realización no reivindicado. El receptor de datos 110 comprende un detector 122, un decodificador 124 y una memoria cíclica de señal 170.

20

El detector 122 puede comprender un primer banco de filtro 162, que puede estar configurado para dividir la señal de banda ancha 120 en N señales de banda parcial 164 para detectar los paquetes parciales de datos 142, presentando las N señales de banda parcial 164 diferentes bandas parciales (por ejemplo, parcialmente solapadas) de la señal de banda ancha 120. El detector 122 puede estar configurado para llevar a cabo la detección de los paquetes parciales de datos 142 en las N señales de banda parcial 164, por ejemplo, correlacionando las N señales de banda parcial 164 con una secuencia de sincronización o secuencias de sincronización (conocidas) incluidas en los paquetes parciales de datos 142 para proporcionar parámetros de detección 126 (por ejemplo, momentos de detección y/o frecuencias de detección) para los paquetes parciales de datos 142 detectados. Por ejemplo, el detector 122 puede presentar una correlación y detección de paquetes 166 que puede configurarse para llevar a cabo la correlación y detección de paquetes. Con este fin, la correlación y detección de paquetes 166 puede presentar, por ejemplo, los correlacionadores 158 mostrados en la figura 7.

30

La memoria cíclica de señal 170 puede estar configurada para almacenar temporalmente las N señales de banda parcial 164 proporcionadas por el primer banco de filtro 162 del detector 122.

35

El decodificador 124 puede estar configurado para extraer los paquetes parciales de datos 142 detectados usando los parámetros de detección 126 (por ejemplo, momentos de detección y/o frecuencias de detección) de las respectivas señales de banda parcial 164 almacenadas temporalmente en la memoria cíclica de señal 170, por ejemplo, mediante filtrado (por ejemplo, filtro de canal y/o filtro adaptado) y sincronización (fina) de tiempo y/o frecuencia.

40

Para ello, el decodificador 124 puede presentar, por ejemplo, una multitud de extractores 180 y filtros de interpolación 185. A este respecto, una cantidad de canales del decodificador 124 puede corresponder a una cantidad N de canales del detector 122. Por supuesto, el decodificador 124 también puede presentar más o menos canales que el detector 122.

45

En la figura 11, los selectores (SEL) y los conmutadores simbolizan la extracción de las secciones de señal de los paquetes parciales a partir de las señales de banda parcial 164 respectivas del detector de paquetes 122. La mezcla no es necesaria debido a la derrotación de las señales en el banco de filtro polifásico 162 del detector de paquetes 122.

50

En esta disposición, el sobremuestreo (interpolación) puede llevarse a cabo por el factor

$$f_{SINC} / f_{DET} = M_{SINC} / M_{DET}$$

55

El esfuerzo computacional requerido para ello es considerablemente menor, ya que el filtrado selectivo ya se realiza por el filtro polifásico en el detector de paquetes 122 y, por lo tanto, se puede usar una interpolación simple en el intervalo de frecuencia. Como resultado, el esfuerzo computacional requerido con la recepción paralela masiva se reduce considerablemente en comparación con el ejemplo de realización del receptor de datos 110 mostrado en la figura 10.

60

Sin embargo, el ejemplo de realización del receptor de datos 110 mostrado en la figura 11 también tiene una desventaja en determinadas circunstancias, que puede ser que la corriente de datos de las señales de detector (señales de banda parcial 164) sea mayor que la corriente de datos de la señal de banda ancha 120 por el factor K_{DET} mencionado en la Tabla 1. Como resultado, el tamaño requerido de la memoria cíclica de señal 170 también aumenta por el factor K_{DET} . Los valores para K_{DET} , por ejemplo, se encuentran (por ejemplo, típicamente) en el intervalo 8...16. En el caso de

señales de banda ancha 120 con un ancho de banda elevado, la corriente de datos de la señal de banda ancha ya asume valores elevados. Un aumento significativo adicional es problemático o incluso imposible en estos casos. Como ejemplo, en este punto se mencionan los valores del sistema 2 con $M_{WB} = 1024$ y una tasa de símbolos $f_{sim} = 2$ kBaud. La frecuencia de muestreo f_{WB} de la señal de banda ancha 120 en este caso es de 2048 ksps. Suponiendo que la emisión discontinua de los paquetes parciales 142 de un paquete requiere unos 5 segundos y la señal de banda ancha de valor complejo está en formato de coma flotante con 8 bytes por valor de muestreo complejo, la corriente de datos de la señal de banda ancha es de 16 MByte/s y el tamaño de la memoria de una memoria cíclica de señal para la señal de banda ancha es de 80 MByte. A partir de aquí, con $K_{DET} = 16$ para una memoria cíclica de señal para las señales del detector se obtiene un tamaño de memoria de 1280 MByte. Utilizando otros formatos de datos se puede ciertamente reducir el tamaño de la memoria, pero el factor K_{DET} entre las dos variantes sigue siendo aproximadamente el mismo.

La siguiente tabla (Tabla 3) resume las características de los dos ejemplos de realización del receptor de datos 110 de la figura 10 y la figura 11.

15

Disposición	Esfuerzo computacional	Memoria necesaria
Figura 10	alto	baja
Figura 11	bajo	alta

2.5 Uso de una disección previa de la señal de banda ancha

La figura 12 muestra un diagrama de bloques esquemático de un receptor de datos 110 de acuerdo con un ejemplo de realización de acuerdo con la invención. El receptor de datos 110 comprende un detector 122, un decodificador 124, un segundo banco de filtro 172 y una memoria cíclica de señal 170.

El detector 122 puede comprender un primer banco de filtro 162 que puede estar configurado para dividir la señal de banda ancha 120 en N señales de banda parcial 164 para detectar los paquetes parciales de datos 142, presentando las N señales de banda parcial diferentes bandas parciales (por ejemplo, parcialmente superpuestas) de la señal de banda ancha 120. El detector 122 puede estar configurado para llevar a cabo la detección de los paquetes parciales de datos 142 en las N señales de banda parcial 164, por ejemplo correlacionando las N señales de banda parcial 164 con una secuencia de sincronización o secuencias de sincronización (conocidas) contenidas en los paquetes parciales de datos 142 para proporcionar parámetros de detección 126 (por ejemplo, momentos de detección y/o frecuencias de detección) para los paquetes parciales de datos 142 detectados.

Por ejemplo, el detector 122 puede presentar una correlación y detección de paquetes 166 que puede configurarse para llevar a cabo la correlación y detección de paquetes. Para este propósito, la correlación y la detección de paquetes 166 pueden presentar, por ejemplo, los correlacionadores 158 mostrados en la figura 7.

El segundo banco de filtro 172 puede estar configurado para dividir la señal de banda ancha 120 en N_{IM} señales de banda parcial 174 para decodificar los paquetes parciales de datos 142 detectados, en donde las N_{IM} señales de banda parcial 174 presentan diferentes bandas parciales (por ejemplo, parcialmente superpuestas) de la señal de banda ancha 120.

Aquí, de acuerdo con la invención, una cantidad N_{IM} de señales de banda parcial de las señales de banda parcial 174 proporcionadas por el segundo banco de filtro 172 para decodificar los paquetes parciales de datos 142 detectados es menor que una cantidad N de señales de banda parcial de las señales de banda parcial 164 proporcionadas por el primer banco de filtro 162 del detector 122 para detectar los al menos dos paquetes parciales de datos 142.

La memoria cíclica de señal 170 puede estar configurada para almacenar temporalmente las N_{IM} señales de banda parcial 174 proporcionadas por el segundo banco de filtro 172.

El decodificador 124 puede estar configurado para extraer los paquetes parciales de datos detectados usando los parámetros de detección 126 (por ejemplo, momentos de detección y/o frecuencias de detección) de las respectivas señales de banda parcial 174 almacenadas temporalmente en la memoria cíclica de señal 170, por ejemplo, mediante filtrado (por ejemplo, filtro de canal y/o filtro adaptado) y sincronización (fina) de tiempo y frecuencia. Por ejemplo, el decodificador 124 puede configurarse para seleccionar una señal de banda parcial adecuada respectiva de las N_{IM} señales de banda parcial 174 para decodificar los paquetes parciales de datos detectados y extraer los paquetes parciales de datos 142 detectados de las señales de banda parcial respectivas. Por ejemplo, el decodificador 124 puede seleccionar secciones (temporales) adecuadas de señales de banda parcial adecuadas para decodificar los respectivos paquetes parciales de datos detectados usando los respectivos parámetros de detección (por ejemplo, momentos de detección y/o frecuencias de detección) y extraer los respectivos paquetes parciales de datos detectados de las señales de banda parcial seleccionadas, por ejemplo mediante filtrado (por ejemplo, filtro de canal y/o filtro adaptado) y sincronización (fina) de tiempo y frecuencia.

60

Para ello, el decodificador 124 puede presentar, por ejemplo, una multitud de extractores 180 y filtros (por ejemplo, filtros de canal y/o filtros adaptados) 183.

5 El ejemplo de realización del receptor de datos 110 mostrado en la figura 12 se basa en una disección previa de la señal de banda ancha 120. Esto permite alcanzar una solución intermedia entre el esfuerzo computacional con la recepción masivamente paralela y los requisitos de memoria.

10 La señal de banda ancha 120 puede diseccionarse previamente en bandas parciales superpuestas con un banco de filtro polifásico (IMFB) 172 adicional, como se muestra en la figura 13.

15 En detalle, la figura 13 muestra un diagrama de bloques esquemático del segundo banco de filtro 172, de acuerdo con un ejemplo de realización. Como puede verse en la figura 13, el segundo banco de filtro 172 puede configurarse para dividir la señal de banda ancha 120 en la multitud de señales de banda parcial 174 mediante filtrado polifásico y una DFT de N puntos o una FFT de N puntos.

A este respecto, la frecuencia de muestreo puede reducirse a la frecuencia de disección previa f_{IM} . El factor de muestreo parcial asociado asciende a:

20
$$U_{IM} = f_{WB} / f_{IM} = M_{WB} / M_{IM}$$

Con referencia a la frecuencia de muestreo f_{SINC} en el decodificador 124, cabe distinguir tres casos:

- 25
1. $f_{IM} > f_{SINC}$: muestreo parcial en el filtrado (CF+MF) 183 necesario
 2. $f_{IM} < f_{SINC}$: sobremuestreo en el filtrado (CF+MF) 183 necesario
 3. $f_{IM} = f_{SINC}$: no es necesario cambiar la frecuencia de muestreo

30 En cuanto al esfuerzo computacional en la disección previa, el caso 1 es el más favorable y el caso 2, el menos favorable. En cuanto al esfuerzo computacional en el decodificador de paquetes 124, las proporciones son exactamente las opuestas. En cuanto a las necesidades de memoria, no hay preferencia, ya que con una reducción de la frecuencia de muestreo f_{IM} debe aumentarse la cantidad N_{IM} de canales.

35 Incluso con la disección previa, la corriente de datos aumenta ya que la suma del ancho de banda de las bandas parciales es mayor que el ancho de banda de la señal de banda ancha 120 en caso de solapamiento (por ejemplo, necesario). El factor de aumento es:

40
$$K_{IM} = N_{IM} \cdot f_{IM} / f_{WB} = N_{IM} \cdot M_{IM} / M_{WB}$$

En la práctica, sin embargo, este factor asume un valor máximo de 2, es decir, la suma de la corriente de datos de las señales de banda parcial 174 es, como máximo, el doble de la corriente de datos de la señal de banda ancha 120.

45 El filtro polifásico (IMF) del banco de filtro polifásico (IMFB) 172 puede cumplir dos condiciones:

• las bandas de transmisión de los canales de filtrado adyacentes pueden solaparse al menos en el ancho de banda B_S de un paquete parcial 42, de modo que puede tomarse un paquete parcial 142 de uno u otro canal de filtrado en este intervalo sin distorsión significativa, véase la figura 14. El margen disponible puede aprovecharse plenamente en el diseño del filtro: $B_S = B_{IM} \cdot \Delta f_{CIM}$.

50 • La suma del ancho de banda B_{IM} de la banda de transmisión y del ancho de banda de supresión B_{IMS} no puede superar el valor $2 \cdot f_{IM}$, para que la zona de solapamiento permanezca libre de productos alias, véase la figura 15. También en este caso se puede aprovechar al máximo el margen disponible en el diseño del filtro: $B_{IM} + B_{IMS} = 2 \cdot f_{IM}$.

55 Pueden aplicarse las siguientes relaciones:

- 60
- Ancho de banda de un paquete parcial: $B_S = b_S \cdot f_{sim}$ con $b_S = 1 \dots 2$
 - Ancho de banda de la banda de transmisión $B_{IM} = b_{IM} \cdot f_{IM}$ con $b_{IM} < 1$
 - Separación entre canales: $\Delta f_{CIM} = f_{WB} / N_{IM}$

De aquí resulta con $f_{IM} = M_{IM} \cdot f_{sim}$ y $f_{WB} = M_{WB} \cdot f_{sim}$ la condición:

$$N_{IM} > M_{WB} / (M_{IM} - b_S)$$

5 Los valores de b_S y M_{WB} están predefinidos. De los pares de valores (M_{IM}, N_{IM}) que cumplen la condición, se selecciona el par de valores para el que el esfuerzo computacional se hace mínimo con una recepción masivamente paralela a la máxima velocidad de paquetes esperada. Para ello, para cada par de valores (M_{IM}, N_{IM}) se puede diseñar el filtro polifásico (IMF) asociado con un ancho de banda normalizado

$$B_{IM} / f_{WB} = b_S / M_{WB} + 1 / N_{IM}$$

10 de la banda de transmisión y un ancho de banda de supresión normalizado

$$B_{IMS} / f_{WB} = (2 \cdot M_{IM} - b_S) / M_{WB} - 1 / N_{IM}$$

15 La cantidad de coeficientes N_{PIM} necesarios para lograr una atenuación de supresión suficientemente alta suele ser claramente superior a la cantidad de canales N_{IM} . El factor polifásico necesario

$$P_{IM} = N_{PIM} / N_{IM}$$

20 se encuentra, por ejemplo, (p. ej. por norma general) en el intervalo 6...10.

Para el sistema 1 considerado como ejemplo, $M_{WB} = 96$ y $M_{SINC} = 12$. Para el ancho de banda de los paquetes parciales, $b_S = 2$. Esto da como resultado la condición:

$$N_{IM} > 96 / (M_{IM} - 2)$$

25 Para obtener el caso 3, en el que no es necesario cambiar la frecuencia de muestreo en el decodificador 124, debe aplicarse $M_{IM} = M_{SINC} = 12$. De ello se deduce para la cantidad de canales: $N_{IM} > 9,6$. En consecuencia, teóricamente se podría usar una DFT de longitud $N_{IM} = 10$. Sin embargo, a este respecto el factor b_{IM} es muy próximo a uno, por lo que el filtro polifásico (IMF) debe presentar una cantidad muy elevada de coeficientes. Un buen compromiso se consigue en este caso con una FFT de longitud $N_{IM} = 16$. En este caso, se obtienen para los anchos de banda normalizados del filtro los valores:

$$B_{IM} / f_{WB} = 2 / 96 + 1 / 16 = 0,0833$$

$$35 \quad B_{IMS} / f_{WB} = (2 \cdot 12 - 2) / 96 - 1 / 16 = 0,1667$$

Un diseño de filtro correspondiente con una atenuación de supresión superior a 80 dB conduce a un filtro con $N_{PIM} = 96$ coeficientes. El factor polifásico es $P_{IM} = 6$. La corriente de datos aumenta en el factor

$$40 \quad K_{IM} = N_{IM} \cdot M_{IM} / M_{WB} = 16 \cdot 12 / 96 = 2$$

45 Con respecto al esfuerzo computacional en el decodificador, sería deseable un valor más bajo para M_{IM} , por ejemplo, $M_{IM} = 6$. Esto requiere $N_{IM} > 24$. En este caso, una FFT de longitud $N_{IM} = 32$ sería favorable. Debe establecerse experimentalmente si esto puede reducir el esfuerzo computacional total requerido a la máxima velocidad de paquetes esperada.

50 Por lo general, el valor óptimo de M_{IM} disminuye a medida que aumenta la velocidad de paquetes. A este respecto, el término b_S en el denominador de la condición anterior hace que la cantidad N_{IM} de los canales aumente fuertemente a medida que M_{IM} se aproxima a b_S . Entonces, la corriente de datos también aumenta más fuertemente en este intervalo. Las disposiciones de la figura 10 y la figura 11 deben considerarse casos límite:

55 • El ejemplo de realización del receptor de datos 110 mostrado en la figura 10 es óptimo para velocidades de paquetes muy bajas. En este caso, el esfuerzo computacional adicional para la disección previa no puede ser compensado por un esfuerzo computacional reducido en el decodificador de paquetes 124.

60 • La realización de realización del receptor de datos 110 mostrado en la figura 11 es óptimo con respecto al esfuerzo computacional para velocidades de paquetes muy altas. Corresponde al caso límite de una disección previa máxima, en el que las bandas parciales de la disección previa forman en cada caso un canal de recepción y los tres filtros implicados, el filtro en la disección previa (IMF), el canal (CF) y el filtro adaptado (MF), coinciden para formar un solo filtro. Sin embargo, la corriente de datos aumenta mucho a este respecto.

La extracción de las secciones de señal de los paquetes parciales 124 a partir de las bandas parciales puede realizarse

en cuatro etapas, véase la figura 12:

1. Determinación de la banda parcial en la que se encuentra la sección de señal (SEL)
- 5 2. Extracción de la sección de señal a partir de la señal de la banda parcial (SW)
3. Mezcla de la sección de señal a la posición de frecuencia cero (M)
4. Convolución rápida (*Fast Convolution*) de la sección de señal con el filtro (CF+MF)
- 10 La convolución rápida suele poder realizarse en un solo bloque debido a la brevedad de las secciones de la señal. Comprende las tres etapas siguientes:
 1. Transformación de la sección de señal mediante FFT en el intervalo de frecuencia
 - 15 2. Multiplicación con la representación en el intervalo de frecuencia del filtro (CF+MF)
 3. Transformación inversa mediante IFFT en el intervalo de tiempo
- 20 En los casos con $f_{IM} \neq f_{SINC}$ o $M_{IM} \neq M_{SINC}$, el muestreo parcial o sobremuestreo requerido se realiza mediante un acortamiento o aumento (*zero stuffing*) de la sección transformada en el intervalo de frecuencia. En este caso, la IFFT es más corta o más larga que la FFT.

3. Otros ejemplos de realización

3.1 Procesamiento separado de detector y decodificador

En general, en un receptor, el detector determina la potencia computacional necesaria del sistema. Si se detecta un telegrama en el detector, se tiene que seguir procesando para extraer los datos (presumiblemente) transmitidos. Para que el sistema pueda procesar las detecciones "adicionales", se tiene que hacer una estimación de cuántos telegramas llegan de media aproximadamente a la estación de base. Estos telegramas deben incluirse en el cálculo de la potencia computacional necesaria.

Típicamente, estas detecciones se procesan directamente tras la detección en el mismo proceso. Esto ofrece la ventaja de que los datos necesarios para el procesamiento no tienen que almacenarse temporalmente. Sin embargo, en el caso de la recepción masivamente paralela de telegramas, este enfoque no puede aplicarse ya que la potencia computacional del detector ya no es suficiente debido al procesamiento adicional de los telegramas.

Una solución para ello es el procesamiento separado de detector y decodificador (véase la figura 3). Si la detección tiene éxito, el detector 122 envía los parámetros de detección 126 al decodificador 124, que se encarga del procesamiento posterior. Esto mantiene (casi) constante la potencia computacional del detector 122 y facilita la estimación de la misma.

El decodificador 124 puede procesarse en uno/más núcleos adicionales en sistemas con varios núcleos de computación (CPU), o puede procesarse en diferentes procesadores. El cálculo de la potencia computacional del decodificador 124 es análogo al de un sistema con un detector/decodificador combinado.

Además, también es posible hacer funcionar el detector 122 y el decodificador 124 en diferentes unidades de procesamiento de señales que están interconectadas mediante una interfaz de datos (por ejemplo, detector en FPGA, decodificador en DSP o GPP).

Opcionalmente puede iniciarse un proceso de decodificación propio para cada telegrama detectado. Este proceso espera hasta que estén disponibles los datos necesarios para la decodificación. También puede iniciar un primer intento de decodificación tras la recepción de una parte de los datos y finalizar de nuevo si tiene éxito. De este modo, no es necesario decodificar los datos adicionales. Si el intento no tiene éxito, el decodificador puede esperar a recibir más datos e iniciar otro intento de decodificación más tarde.

Otra ventaja de este tipo de procesamiento es la posibilidad de tratar en paralelo las detecciones individuales. Así, un telegrama corto que se detectó más tarde se puede tratar antes que un telegrama que aún requiere más datos. De este modo, se puede reducir la longitud máxima de memoria del sistema, ya que se minimiza la latencia del sistema.

Otra ventaja de esta metodología es que si el número de telegramas detectados es demasiado elevado (durante un breve periodo de tiempo), los telegramas individuales detectados pueden descartarse con relativa facilidad sin tener que interrumpir el detector. Esto significa que los telegramas siguientes no se ven afectados por la sobrecarga (durante

un breve periodo de tiempo). La selección de los telegramas detectados que se descartan puede realizarse con ayuda de un búfer de desbordamiento o en función de los parámetros de detección (momento, desplazamiento de frecuencia, SNR).

5 En algunos ejemplos de realización, el detector 122 y el decodificador 124 pueden ejecutarse en diferentes módulos. En sistemas multinúcleo, el detector 122 puede ejecutarse en un hilo distinto del decodificador 124, y en sistemas multiprocesador, en un procesador distinto. Únicamente los parámetros de detección 126 se intercambian entre el detector 122 y el decodificador 124.

10 En algunos ejemplos de realización, el detector de paquetes 122 puede almacenar los momentos de detección en una "base de datos" y el decodificador de paquetes 124 puede tomar los mismos de esta base de datos para llevar a cabo la decodificación. En el caso de una sobrecarga (durante un breve periodo de tiempo) del sistema, los telegramas individuales detectados no pueden ser procesados inmediatamente; solo se toman poco a poco de la base de datos para el tratamiento.

15

3.1.1 Memoria de datos entre el detector y el decodificador

3.1.1.1 Memoria cíclica de señal para la señal de banda ancha

20 De acuerdo con el capítulo 2.4 se usa una memoria cíclica de señal 170 que almacena temporalmente la señal de banda ancha 120 directamente, es decir, sin dividirla en bandas parciales. El decodificador 124 accede directamente a la señal de banda ancha cuando se detecta un telegrama y extrae el telegrama necesario.

25 Este enfoque es la mejor solución en términos de tecnología de almacenamiento, ya que la memoria cíclica 170 únicamente almacena el volumen de datos de la señal de banda ancha 120. Por el contrario, el volumen de datos aumenta al dividir la señal de banda ancha en bandas parciales.

En algunos ejemplos de realización, la memoria de datos 170 entre el detector 122 y el decodificador 124 puede contener la señal de banda ancha 120 sin procesamiento adicional específico.

30

En algunos ejemplos de realización, el decodificador 124 puede extraer los símbolos de la señal de banda ancha 120 mediante un DDC (convertidor digital descendente).

3.1.1.2 Memoria cíclica de señales para señales de banda parcial

35

En lugar de almacenar la señal de banda ancha 120, también se pueden almacenar las señales de banda parcial 164 del banco de filtro 162, como en el capítulo 2.4. Esto tiene la ventaja de que el decodificador 124 puede procesar las señales de bandas parciales 164 directamente y, por tanto, ya no es necesario un DDC. Como resultado, se elimina el esfuerzo computacional para el DDC. Una desventaja es el aumento de la memoria necesaria debido al mayor volumen de datos.

40

Si el factor de sobremuestreo M_{SINC} en el decodificador 124 es mayor que el factor de sobremuestreo M_{DET} en el detector 122, se puede llevar a cabo un sobremuestreo por el factor $M_{\text{SINC}} / M_{\text{DET}}$ antes del decodificador 124, por ejemplo, con un interpolador.

45

En lugar de almacenar la totalidad de las señales de banda parcial 164 del detector 122, en la memoria de datos 170 puede almacenarse únicamente una de cada dos, tres o cuatro bandas parciales. Por ejemplo, la separación de frecuencias entre dos bandas parciales adyacentes viene determinada por el error admisible en el correlacionador del detector. Una separación de frecuencias más pequeña puede ser suficiente para el procesamiento en el decodificador, de modo que no se necesiten todas las bandas parciales en el decodificador, sino únicamente una de cada dos, tres, etc.

50

Opcionalmente, esto también puede hacerse en dirección de tiempo, de modo que únicamente se almacene cada segundo, tercer, cuarto valor de muestreo de las bandas parciales relevantes. Esto reduce los requisitos de memoria. Por ejemplo, la frecuencia de muestreo F_{DET} en el detector también puede estar determinada por el error admisible en el correlacionador. Puede darse el caso de que F_{DET} sea tan alta que una frecuencia de muestreo reducida sea suficiente para la transferencia al decodificador.

55

En algunos ejemplos de realización, la memoria de datos 170 entre el detector 122 y el decodificador 124 puede contener señales tomadas del banco de filtros de detección 162.

60

En algunos ejemplos de realización, la memoria cíclica de señal puede almacenar únicamente cada segunda, tercera, cuarta señal de banda parcial y/o únicamente cada segundo, tercer, cuarto valor de muestreo de las señales de banda parcial para reducir los requisitos de memoria.

En algunos ejemplos de realización, el decodificador 124 puede tomar los símbolos o parte de los símbolos (solo cada segunda, tercera, ... línea de la FFT) del banco de filtro para decodificar, como el detector.

- 5 En algunos ejemplos de realización, las señales de banda parcial pueden ser las señales de salida de la DFT/FFT del banco de filtro.

3.1.1.3 Bancos de filtro separados para decodificador y detector

- 10 Este enfoque se describe en el capítulo 2.5 a modo de ejemplo. Representa el óptimo de potencia computacional y requisitos de memoria necesarios.

El sistema se caracteriza a este respecto por:

- 15 • un primer banco de filtro polifásico (CMFB) 162 u otra disección de bandas para proporcionar las señales de banda parcial 164 para el detector de paquetes 122,
- 20 • un segundo banco de filtro polifásico (IMFB) 172 u otra disección de bandas para la disección previa de la señal de entrada en señales de banda parcial 174 para minimizar el esfuerzo computacional en el decodificador de paquetes 124,
- opcionalmente, filtrar las secciones de señal de los paquetes parciales 142 mediante convolución rápida (*Fast Convolution*) en un bloque que incluya cualquier muestreo parcial o sobremuestreo necesario.

- 25 En algunos ejemplos de realización, el decodificador puede extraer la sección de señal requerida de la señal de banda parcial asociada con ayuda de los parámetros de detección.

3.1.2 Sincronización con procesamiento separado de detector y decodificador

- 30 Típicamente, el detector y el decodificador funcionan uno después del otro en el procesamiento.

El detector asume la tarea de detectar los telegramas y el decodificador, la tarea de sincronizar los telegramas.

- 35 Esto conlleva la limitación de que únicamente se puede detectar un telegrama en paralelo en el tiempo. Sin embargo, en sistemas con desplazamientos de frecuencia relativamente altas en comparación con la velocidad de transmisión de datos (por ejemplo, debido a tolerancias de cuarzo o desplazamientos sistemáticos), es posible que los telegramas se transmitan en paralelo en varias frecuencias.

- 40 Para que esta detección en paralelo tenga lugar, la detección puede examinar varias hipótesis de frecuencia.

3.1.2.1 Sincronización en el detector

- 45 El examen de varias hipótesis de frecuencia y la selección de las que superan el umbral corresponde a una sincronización en frecuencia. Del mismo modo, la detección en el sentido de tiempo corresponde a una sincronización temporal.

- 50 Típicamente, los sobremuestreos en las direcciones de tiempo y frecuencia en el detector 122 son menores que las del decodificador 124 subsiguiente. Esto puede aumentarse para la detección y sincronización combinadas y/o puede llevarse a cabo una interpolación con ayuda de los canales adyacentes/momentos adyacentes para aumentar la resolución de la sincronización.

En algunos ejemplos de realización, el detector puede ampliarse en cuanto a la capacidad de sincronización.

- 55 En algunos ejemplos de realización, cuando se ha producido la detección, el desplazamiento de frecuencia y de tiempo pueden determinarse primero antes de que el telegrama pase al decodificador.

3.1.2.2 Sincronización en dos pasos en el detector y el decodificador

- 60 El procedimiento descrito en el capítulo anterior tiene la desventaja de que, por regla general, es necesaria una resolución más fina de la detección en dirección de frecuencia y tiempo y, por tanto, se requiere más potencia computacional en el detector.

Para evitar este problema y poder llevar a cabo además una detección paralela en varias frecuencias, es posible una sincronización dividida en dos, como se muestra en la figura 9.

5 En este caso, la detección se lleva a cabo con las resoluciones necesarias en dirección del tiempo y de la frecuencia (sincronización general $t_{PKT,C} / f_{PKT,C}$). Si se produce una detección, el momento y la frecuencia se transfieren al decodificador 124 con la resolución seleccionada. Este utiliza estos dos parámetros y lleva a cabo la sincronización ya únicamente dentro de las precisiones restantes (sincronización fina $t_{PKT,F} / f_{PKT,F}$).

Otra ventaja de este procedimiento es que el decodificador 124 debe comprobar menos hipótesis de tiempo y frecuencia debido a la sincronización general, por lo que la potencia computacional necesaria es menor.

10 En algunos ejemplos de realización, el detector 122 puede proporcionar un desplazamiento de tiempo y frecuencia general (parámetro de detección) al decodificador 124.

15 En algunos ejemplos de realización, el decodificador 124 puede calcular la sincronización fina basándose en la precisión de la sincronización general del detector 122. El desplazamiento de frecuencia general $f_{PKT,C}$ obtenido durante la sincronización en el detector 122 se compensa antes de la sincronización fina.

3.1.3 Filtros diferentes para el banco de filtro de detector y decodificador

20 Al emplear dos bancos de filtro separados o al almacenar la señal de banda ancha directamente en la memoria cíclica, es posible emplear diferentes características de filtro.

Así, en lugar del filtro adaptado (MF) se puede utilizar una aproximación durante la detección, que presenta una mejor atenuación de supresión y mejora así la selección de las transmisiones individuales en la recepción multicanal.

25 En el decodificador 124 puede resultar ventajoso emplear una característica de filtro que mejore las propiedades de sincronización (por ejemplo, en el caso del filtro MSK, RC o RRC en lugar de MF).

30 En algunos ejemplos de realización pueden emplearse diferentes características de filtro en los filtros o bancos de filtro para mejorar la funcionalidad del detector/decodificador.

En algunos ejemplos de realización puede emplearse un banco de filtro IMFB que utilice una FFT o una DFT.

35 En algunos ejemplos de realización se pueden usar también otros procedimientos para diseccionar la señal de banda ancha en bandas parciales, por ejemplo, procedimientos que no utilicen una FFT o una DFT.

4. Otros ejemplos de realización

40 La figura 16 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 200 para recibir una señal de banda ancha, presentando la señal de banda ancha al menos dos paquetes parciales de datos distribuidos en diferentes frecuencias [por ejemplo, canales de frecuencia]. El procedimiento 200 comprende una etapa 202 de detección de los al menos dos paquetes parciales de datos en la señal de banda ancha para proporcionar al menos un parámetro de detección para los paquetes parciales de datos detectados. Además, el procedimiento 200 comprende una etapa 204 de decodificación de los paquetes parciales de datos detectados utilizando los parámetros de detección, en donde la detección y la decodificación se llevan a cabo o se procesan por separado.

45 La figura 17 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 210 para recibir una señal de banda ancha, presentando la señal de banda ancha al menos dos paquetes parciales de datos distribuidos en diferentes frecuencias [por ejemplo, canales de frecuencia]. El procedimiento 210 comprende una etapa 212 de filtrado de la señal de banda ancha recibida con un banco de filtro para dividir la señal de banda ancha recibida en una multitud de señales de bandas parciales para la detección o decodificación [por ejemplo, posterior] de los paquetes parciales de datos, presentando la multitud de señales de bandas parciales diferentes bandas parciales [por ejemplo, parcialmente solapadas] de la señal de banda ancha, en donde el banco de filtro presenta un filtro polifásico.

50 Aunque algunos aspectos se han descrito en el contexto de un dispositivo, se entiende que estos aspectos también representan una descripción del procedimiento correspondiente, de manera que un bloque o componente de un dispositivo también debe entenderse como una etapa de procedimiento correspondiente o una característica de una etapa de procedimiento. De modo análogo, los aspectos descritos en relación con o como una etapa de procedimiento también constituyen una descripción de un bloque o detalle o característica correspondiente de un dispositivo correspondiente. Algunas o todas las etapas del procedimiento se pueden realizar por un aparato de hardware (o usando un aparato de hardware), tal como por ejemplo un microprocesador, un ordenador programable o un circuito electrónico. En algunos ejemplos de realización, algunas o varias de las etapas más importantes de procedimiento se pueden realizar por tal aparato.

Dependiendo de los requisitos particulares de implementación, los ejemplos de realización de la invención pueden

implementarse en hardware o en software. La implementación puede llevarse a cabo 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 o cualquier otro medio de almacenamiento magnético u óptico en el que se almacenen señales de control electrónicamente legibles, que puede interactuar o interactúan con un sistema informático programable de tal manera que se lleve a cabo el respectivo procedimiento. Por lo tanto, el medio de almacenamiento digital puede ser legible por ordenador.

Así, algunos ejemplos de realización de acuerdo con la invención comprenden un soporte de datos que presenta señales de control electrónicamente legibles, capaces de interactuar con un sistema informático programable de manera que se lleve a cabo uno de los procedimientos descritos en el presente documento.

Generalmente, los ejemplos de realización de la presente invención pueden implementarse como un producto de programa informático con un código de programa, siendo el código de programa operativo para llevar a cabo uno de los procedimientos cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador.

Por ejemplo, el código de programa también puede estar almacenado en un medio legible por máquina.

Otros ejemplos de realización comprenden el programa de ordenador para realizar uno de los procedimientos descritos en el presente documento, en donde el programa de ordenador está almacenado en un medio legible por máquina.

En otras palabras, un ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención es, por tanto, un programa informático que presenta un código de programa para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en el presente documento cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

Por lo tanto, otro ejemplo de realización de los procedimientos de acuerdo con la invención es un soporte de datos (o medio de almacenamiento digital o medio legible por ordenador) en el que está grabado el programa informático para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en el presente documento. El soporte de datos, el medio de almacenamiento digital o el medio legible por ordenador es típicamente tangible y/o no provisional o no transitorio.

Por tanto, otro ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención es una corriente de datos o secuencia de señales que representa o representan el programa informático para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en el presente documento. La corriente de datos o secuencia de señales puede o pueden, por ejemplo, estar configuradas para transferirse a través de un enlace de comunicación de datos, por ejemplo a través de Internet.

Otro ejemplo de realización comprende un equipo de procesamiento, por ejemplo un ordenador o un componente lógico programable, que está configurado o adaptado para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en el presente documento.

Otro ejemplo de realización comprende un ordenador en el que está instalado el programa informático para realizar uno de los procedimientos descritos en el presente documento.

Otro ejemplo de realización de acuerdo con la invención comprende un dispositivo o sistema que está configurado para transmitir a un receptor un programa informático para llevar a cabo al menos uno de los procedimientos descritos en el presente documento. La transmisión puede ser, por ejemplo, electrónica u óptica. El receptor puede ser, por ejemplo, un ordenador, un dispositivo móvil, un dispositivo de almacenamiento o un dispositivo similar. El dispositivo o sistema puede comprender, por ejemplo, un servidor de archivos para transmitir el programa informático al receptor.

En algunos ejemplos de realización puede usarse un componente lógico programable (por ejemplo, una matriz de puertas programable en campo, una FPGA) para llevar a cabo algunas o todas las funcionalidades de los procedimientos descritos en el presente documento. En algunos ejemplos de realización, una matriz de puertas programables en campo puede interactuar con un microprocesador para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en el presente documento. Generalmente, en algunos ejemplos de realización, los procedimientos se llevan a cabo por parte de cualquier dispositivo de hardware. Puede tratarse de hardware de propósito general, tal como un procesador informático (CPU), o de hardware específico para el procedimiento, tal como un ASIC.

Los dispositivos descritos en el presente documento pueden implementarse usando, por ejemplo, un aparato de hardware, o usando un ordenador o usando una combinación de un aparato de hardware y un ordenador.

Los dispositivos descritos en el presente documento, o cualquier componente de los dispositivos descritos en el presente documento, pueden estar implementados al menos en parte en hardware y/o en software (programa informático).

Por ejemplo, los procedimientos descritos en el presente documento pueden implementarse usando un aparato de

hardware, o usando un ordenador o usando una combinación de un aparato de hardware y un ordenador.

Los procedimientos descritos en el presente documento, o cualquier componente de los procedimientos descritos en el presente documento, pueden realizarse al menos en parte mediante hardware y/o mediante software.

5

Los ejemplos de realización que se han descrito anteriormente son solamente ilustrativos de los principios de la presente invención. Se entiende que las modificaciones y variaciones de las disposiciones y detalles descritos en el presente documento serán evidentes para los expertos en la materia. Por lo tanto, se pretende que la invención esté limitada solo por el alcance de las siguientes reivindicaciones y no por los detalles específicos que se han presentado

10

por la descripción y explicación de los ejemplos de realización en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Receptor de datos (110),
 - 5 estando configurado el receptor de datos (110) para recibir una señal de banda ancha (120), presentando la señal de banda ancha al menos dos paquetes parciales de datos (142), que están distribuidos en el tiempo y/o en la frecuencia,
 - 10 presentando el receptor de datos (110) un primer banco de filtro (162) que está configurado para dividir la señal de banda ancha recibida en una multitud de señales de banda parcial (164) con una frecuencia de muestreo f_{DET} para la detección de los paquetes parciales de datos (142), presentando la multitud de señales de banda parcial (164) diferentes bandas parciales de la señal de banda ancha (120),
 - 15 presentando el primer banco de filtro (162) un filtro polifásico;
 - presentando el receptor de datos (110) un detector (122) que está configurado para detectar los al menos dos paquetes parciales de datos (142) en las diferentes bandas parciales de la multitud de señales de banda parcial (164) del primer banco de filtro (162), a fin de proporcionar parámetros de detección (126) para los paquetes parciales de datos detectados,
 - 20 presentando el receptor de datos (110) un segundo banco de filtro (172) que está configurado para dividir la señal de banda ancha (120) recibida en una multitud de señales de banda parcial con una frecuencia de muestreo f_{IM} para la decodificación de los paquetes parciales de datos (142), presentando la multitud de señales de banda parcial (174) diferentes bandas parciales de la señal de banda ancha (120),
 - 25 presentando el segundo banco de filtro (172) un filtro polifásico,
 - presentando el receptor de datos (110) un decodificador (124) que está configurado para extraer los paquetes parciales de datos (142) detectados por medio del uso de los parámetros de detección (126) proporcionados por el detector (122) a partir de las respectivas señales de banda parcial (174) del segundo banco de filtro,
 - 30 siendo la frecuencia de muestreo f_{IM} de la multitud de señales de banda parcial (174) proporcionadas por el segundo banco de filtro (172) para la decodificación de los paquetes parciales de datos (142) mayor que la frecuencia de muestreo f_{DET} de la multitud de señales de banda parcial (164) proporcionadas por el primer banco de filtro (162) para la detección de los paquetes parciales de datos (142) y siendo la cantidad de señales de banda parcial N_{IM} de las señales de banda parcial (174) proporcionadas por el segundo banco de filtro (172) para la decodificación de los paquetes parciales de datos (142) inferior a la cantidad de señales de banda parcial N de las señales de banda parcial (164) proporcionadas por el primer banco de filtro (162) para la detección de los paquetes parciales de datos (142).
 - 35
 - 40
2. Receptor de datos (110) de acuerdo con la reivindicación precedente,
 - presentando el primer banco de filtro (162) una DFT de N puntos o una FFT de N puntos.
- 45 3. Receptor de datos (110) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
 - presentando el primer banco de filtro (162) un mezclador de canal N.
- 50 4. Receptor de datos (110) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
 - estando configurado el primer banco de filtro (162) para llevar a cabo un muestreo parcial de la señal de banda ancha (120) recibida, de manera que una frecuencia de muestreo de la multitud de señales de banda parcial (164) sea inferior a una frecuencia de muestreo de la señal de banda ancha (120) recibida.
- 55 5. Receptor de datos (110) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
 - presentando el segundo banco de filtro (172) una DFT de N puntos o una FFT de N puntos.
- 60 6. Receptor de datos (110) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
 - estando configurado el segundo banco de filtro (172) para llevar a cabo un muestreo parcial de la señal de banda ancha (120) recibida, de manera que una frecuencia de muestreo de la multitud de señales de banda parcial (174) sea inferior a una frecuencia de muestreo de la señal de banda ancha (120) recibida.

7. Receptor de datos (110) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
estando configurado el segundo banco de filtro (172) para dividir la señal de banda ancha (120) en una
5 multitud de señales de bandas parciales (174) con bandas parciales que se solapan,
solapándose las bandas parciales al menos en un ancho de banda de uno de los paquetes parciales de datos
(142).
8. Receptor de datos (110) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
10 estando configurado el segundo banco de filtro (172) para dividir la señal de banda ancha (120) en una
multitud de señales de bandas parciales (174) con bandas parciales que se solapan, en donde, al dividir la
señal de banda ancha, una suma de un ancho de banda de una banda de transmisión para una de las señales
de banda parcial y un ancho de banda de supresión de una señal de banda parcial adyacente a la señal de
15 banda parcial no es mayor que el doble de una frecuencia de muestreo de la multitud de señales de banda
parcial.
9. Receptor de datos (110) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes,
20 presentando el primer banco de filtro (162) y el segundo banco de filtro (172) diferentes características de
filtro.
10. Procedimiento (210) para la recepción de una señal de banda ancha, presentando la señal de banda ancha
25 al menos dos paquetes parciales de datos que están distribuidos a lo largo de distintas frecuencias, que
presenta
filtrar (212) la señal de banda ancha recibida con un primer banco de filtro para dividir la señal de banda
ancha recibida en una multitud de señales de banda parcial con una frecuencia de muestreo f_{DET} para la
detección de los paquetes parciales de datos, presentando la multitud de señales de banda parcial diferentes
30 bandas parciales de la señal de banda ancha,
presentando el primer banco de filtro un filtro polifásico,
detectar los al menos dos paquetes parciales de datos en las diferentes bandas parciales de la multitud de
35 señales de banda parcial del primer banco de filtro a fin de proporcionar parámetros de detección para los
paquetes parciales de datos detectados,
filtrar la señal de banda ancha recibida con un segundo banco de filtro para dividir la señal de banda ancha
recibida en una multitud de señales de banda parcial con una frecuencia de muestreo f_{IM} para la
40 decodificación de los paquetes parciales de datos, presentando la multitud de señales de banda parcial
diferentes bandas parciales de la señal de banda ancha,
presentando el segundo banco de filtro un filtro polifásico,
45 extraer los paquetes parciales de datos detectados por medio del uso de los parámetros de detección
proporcionados a partir de las respectivas señales de banda parcial del segundo banco de filtro y decodificar
los paquetes parciales de datos extraídos,
siendo la frecuencia de muestreo f_{IM} de la multitud de señales de banda parcial proporcionadas por el segundo
50 banco de filtro para la decodificación de los paquetes parciales de datos mayor que la frecuencia de muestreo
 f_{DET} de la multitud de señales de banda parcial proporcionadas por el primer banco de filtro para la detección
de los paquetes parciales de datos y siendo la cantidad de señales de banda parcial N_{IM} de las señales de
banda parcial proporcionadas por el segundo banco de filtro para la decodificación de los paquetes parciales
de datos inferior a la cantidad de señales de banda parcial N de las señales de banda parcial proporcionadas
55 por el primer banco de filtro para la detección de los paquetes parciales de datos.
11. Programa informático para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la reivindicación precedente cuando
60 el programa informático se ejecuta en un ordenador o microprocesador de un receptor.

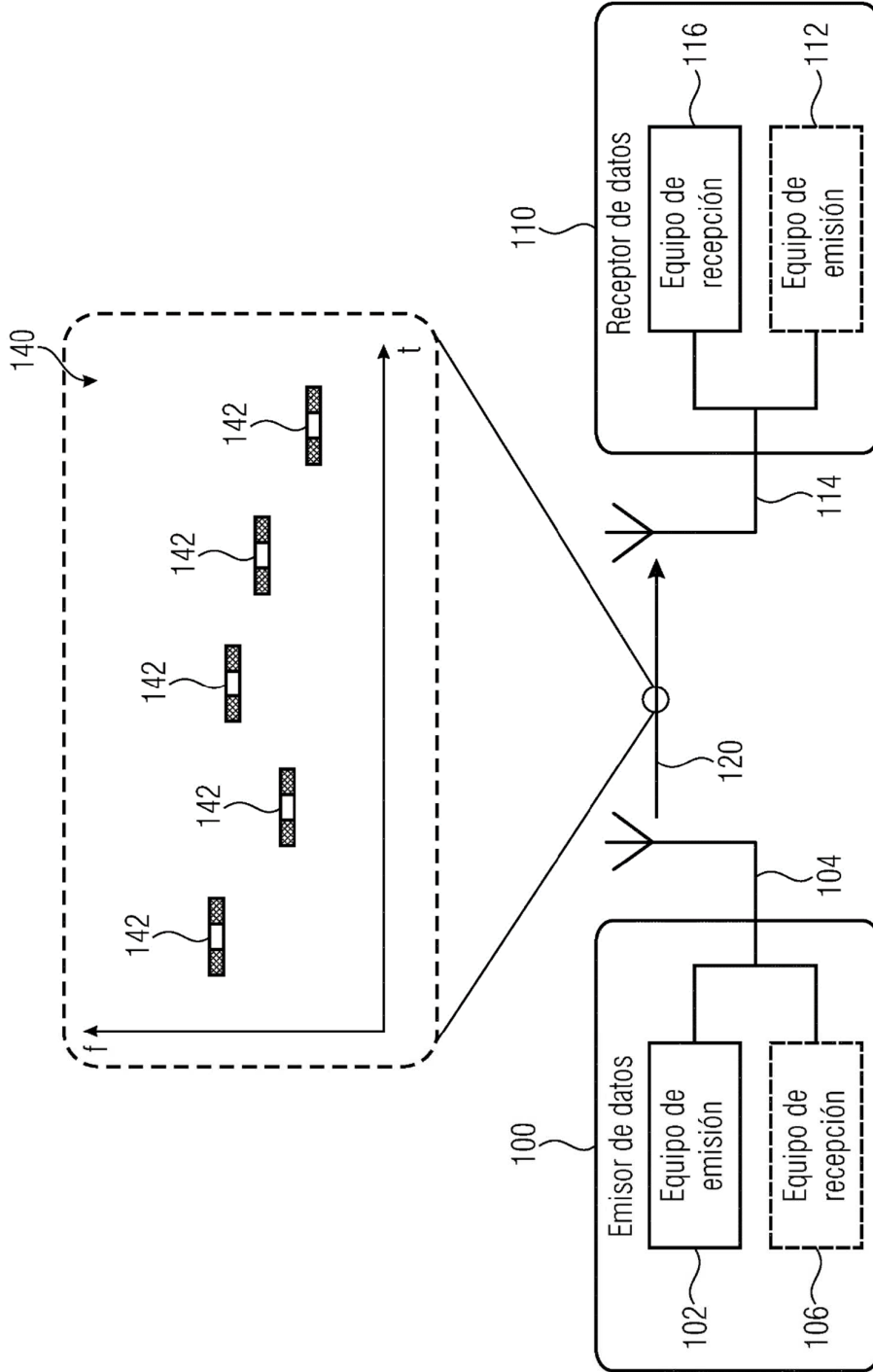


Fig. 1

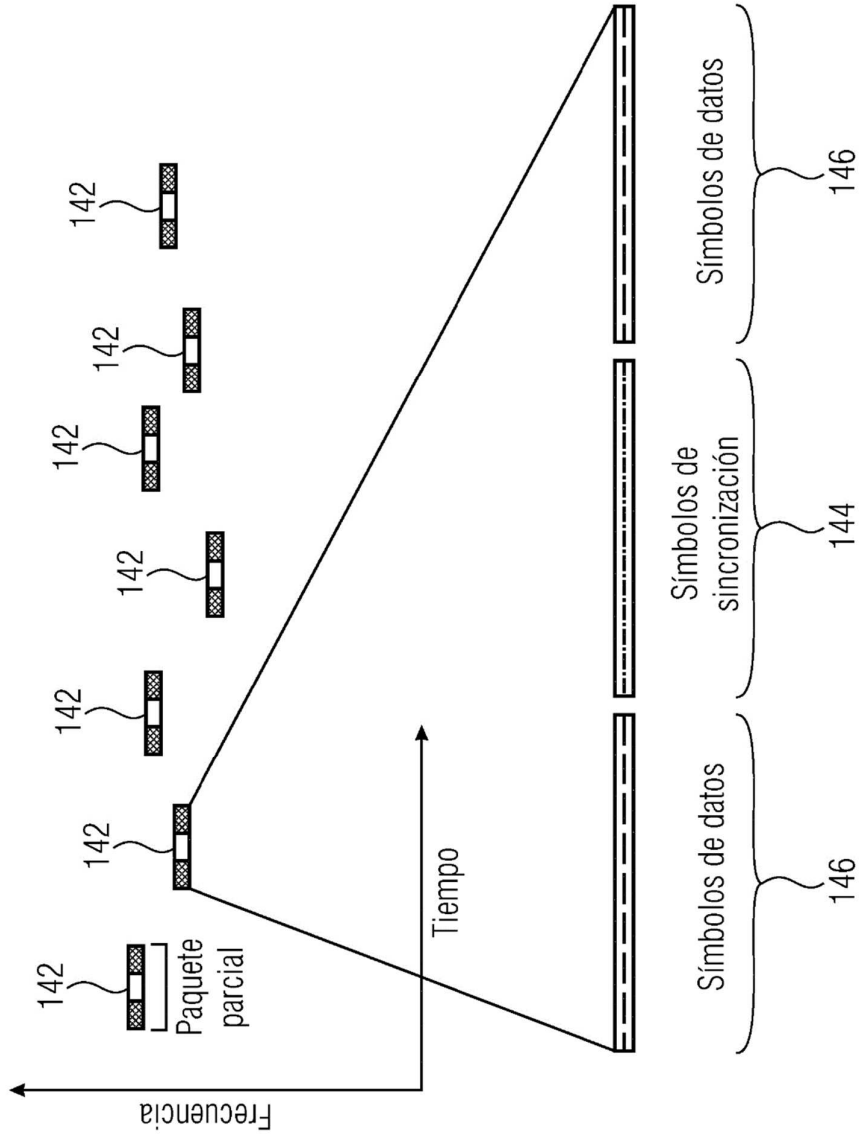


Fig. 2

110

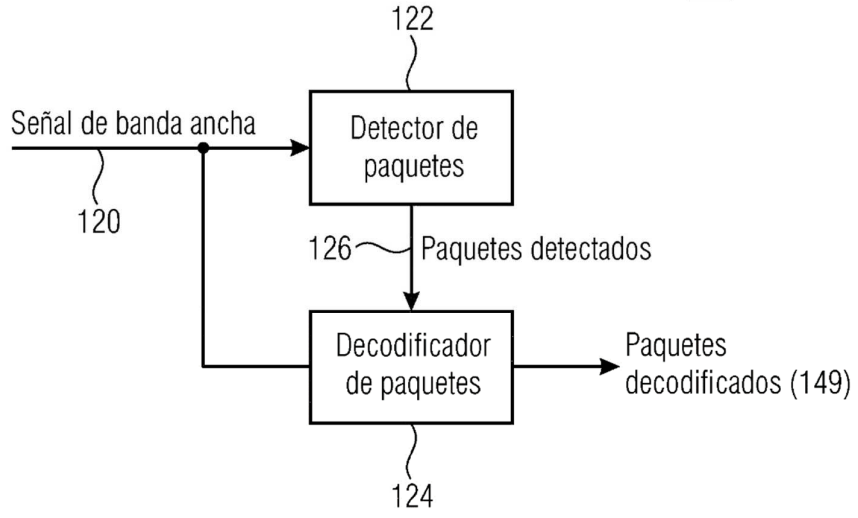


Fig. 3

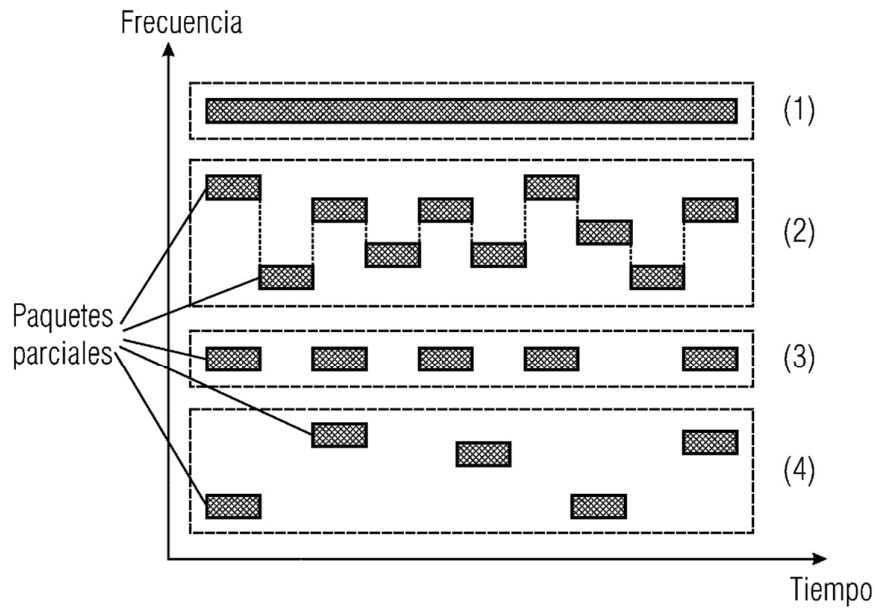


Fig. 4

122

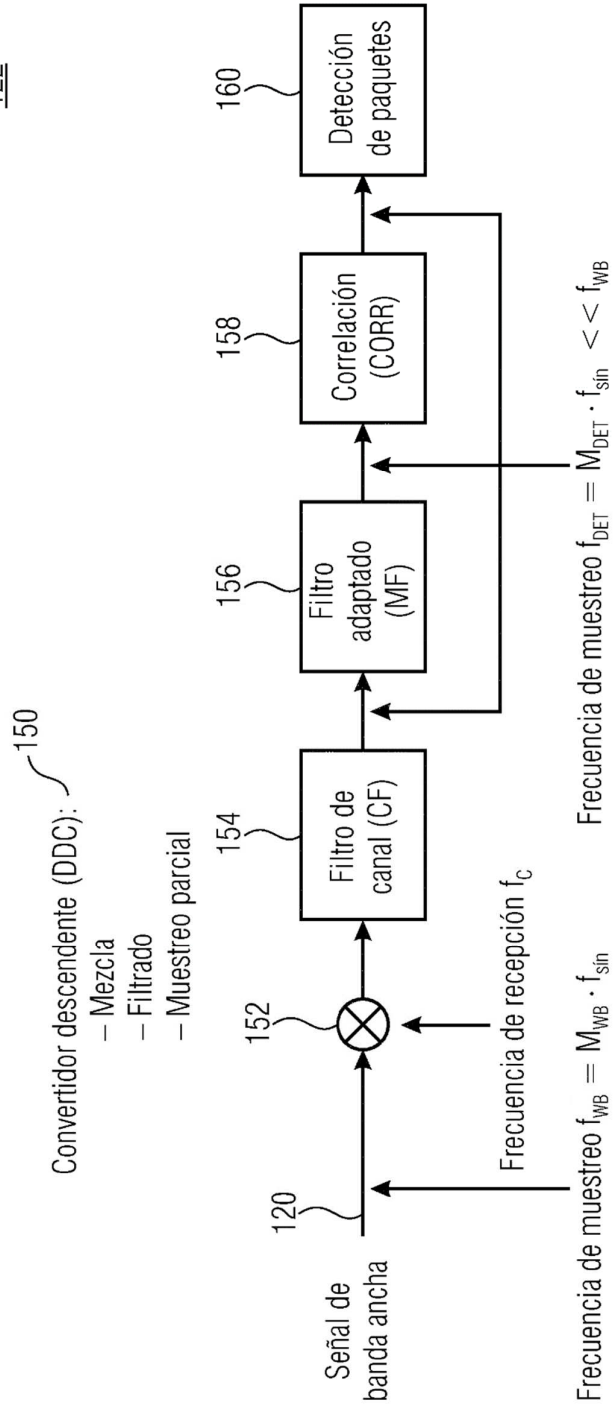


Fig. 5

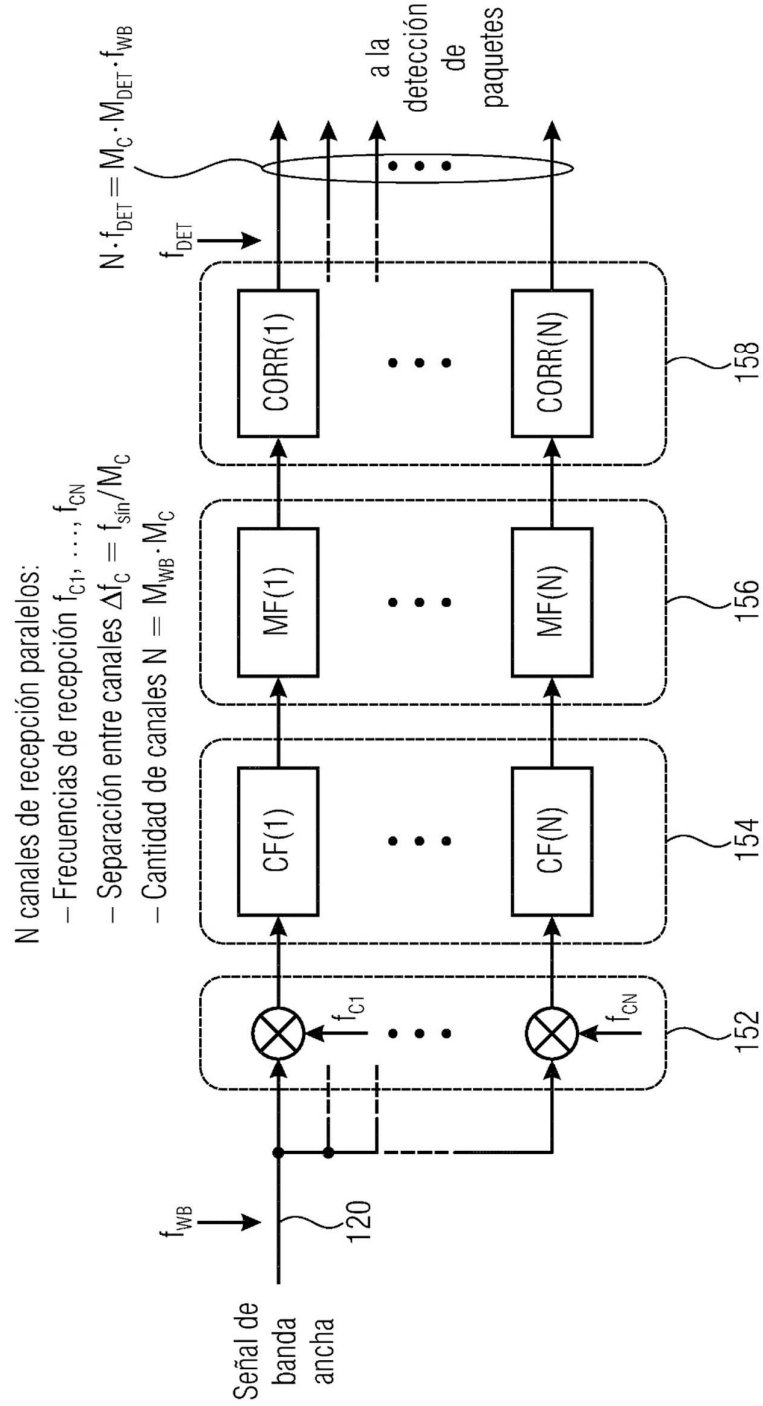


Fig. 6

122

Banco de filtros polifásicos CMFB con derrotación:

- Cantidad de canales: N
- Factor polifásico: P
- Cantidad de coeficientes: $N_p = P \cdot N$
- Muestreo parcial: $U_{DET} = M_{WB} / M_{DET}$

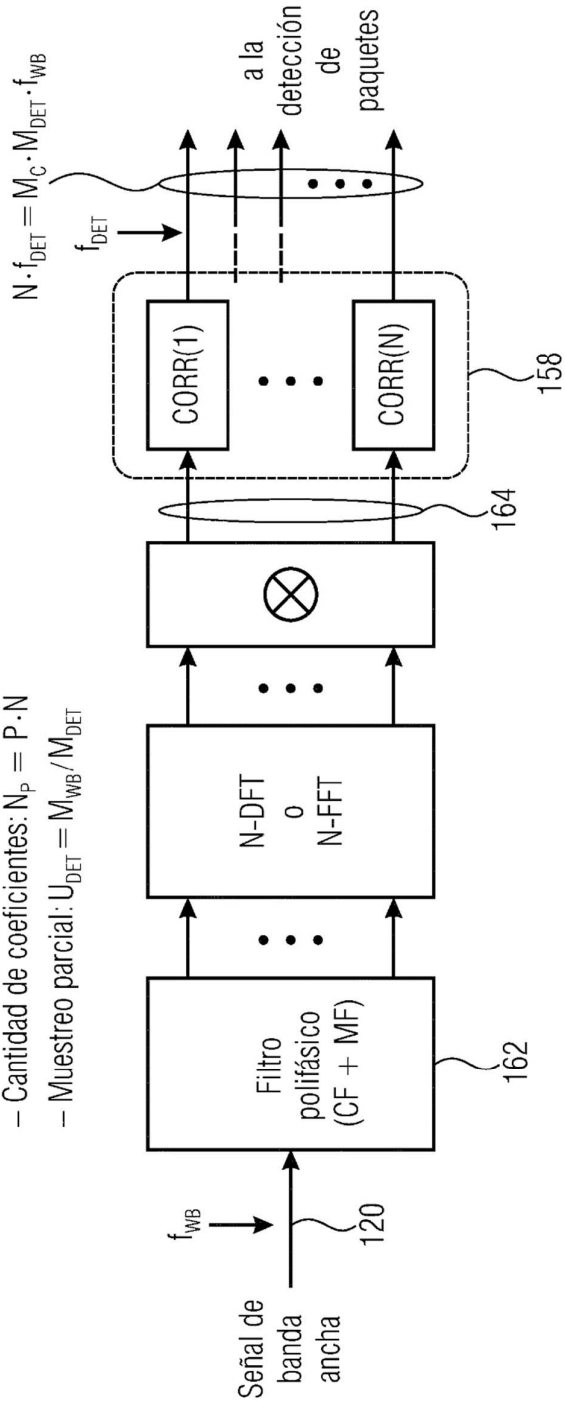


Fig. 7

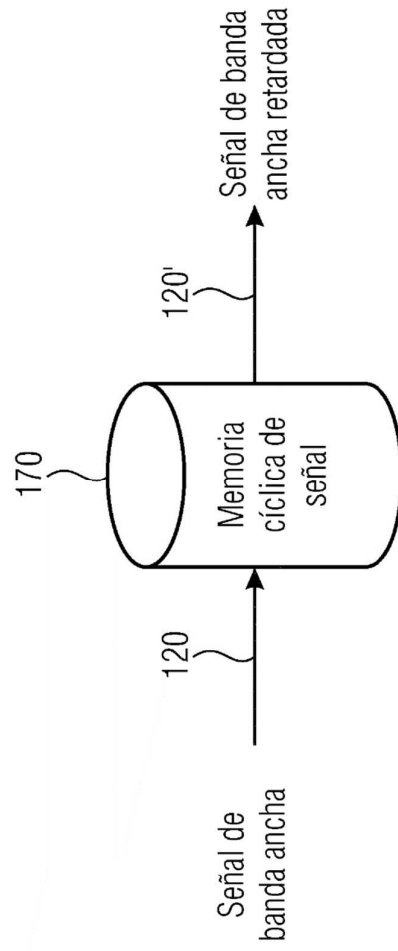


Fig. 8

124

Sincronización t/f en el decodificador:
 - Momento de referencia (fino): $t_{PKT,F}$
 - Frecuencia (fina): $f_{PKT,F}$

Parámetros de un paquete detectado:
 - Momento de referencia (general): $t_{PKT,C}$
 - Frecuencia (general): $f_{PKT,C}$

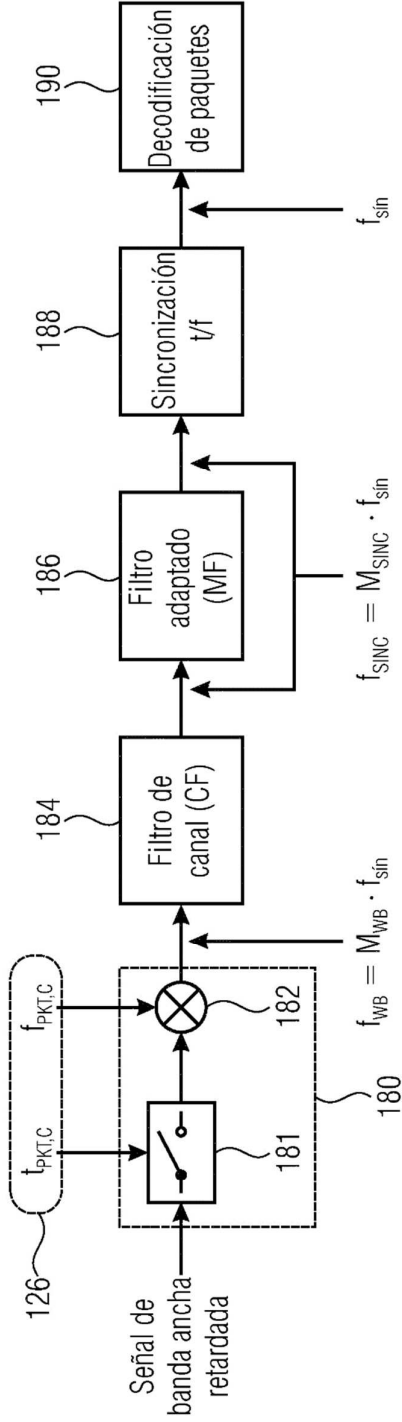


Fig. 9

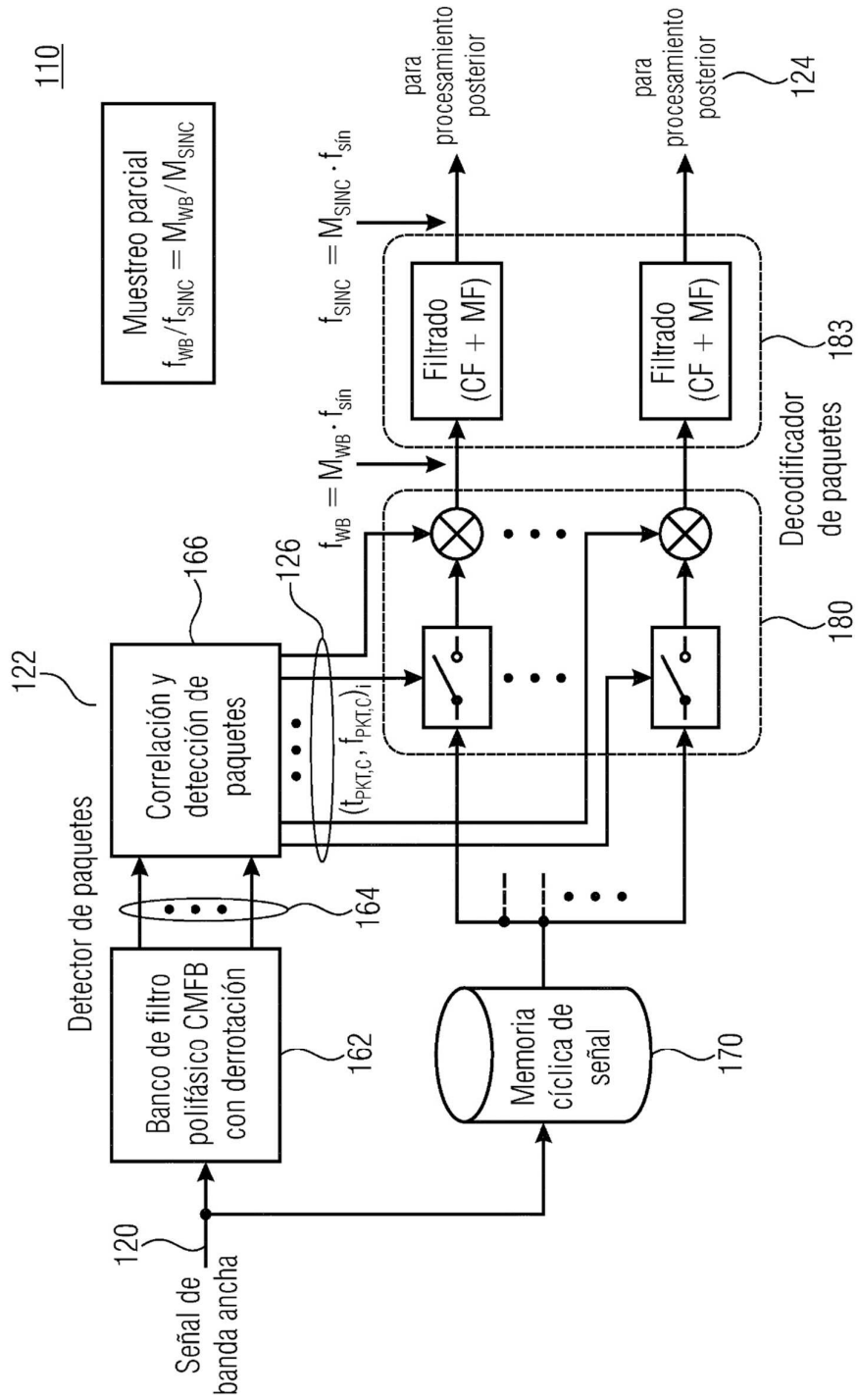


Fig. 10

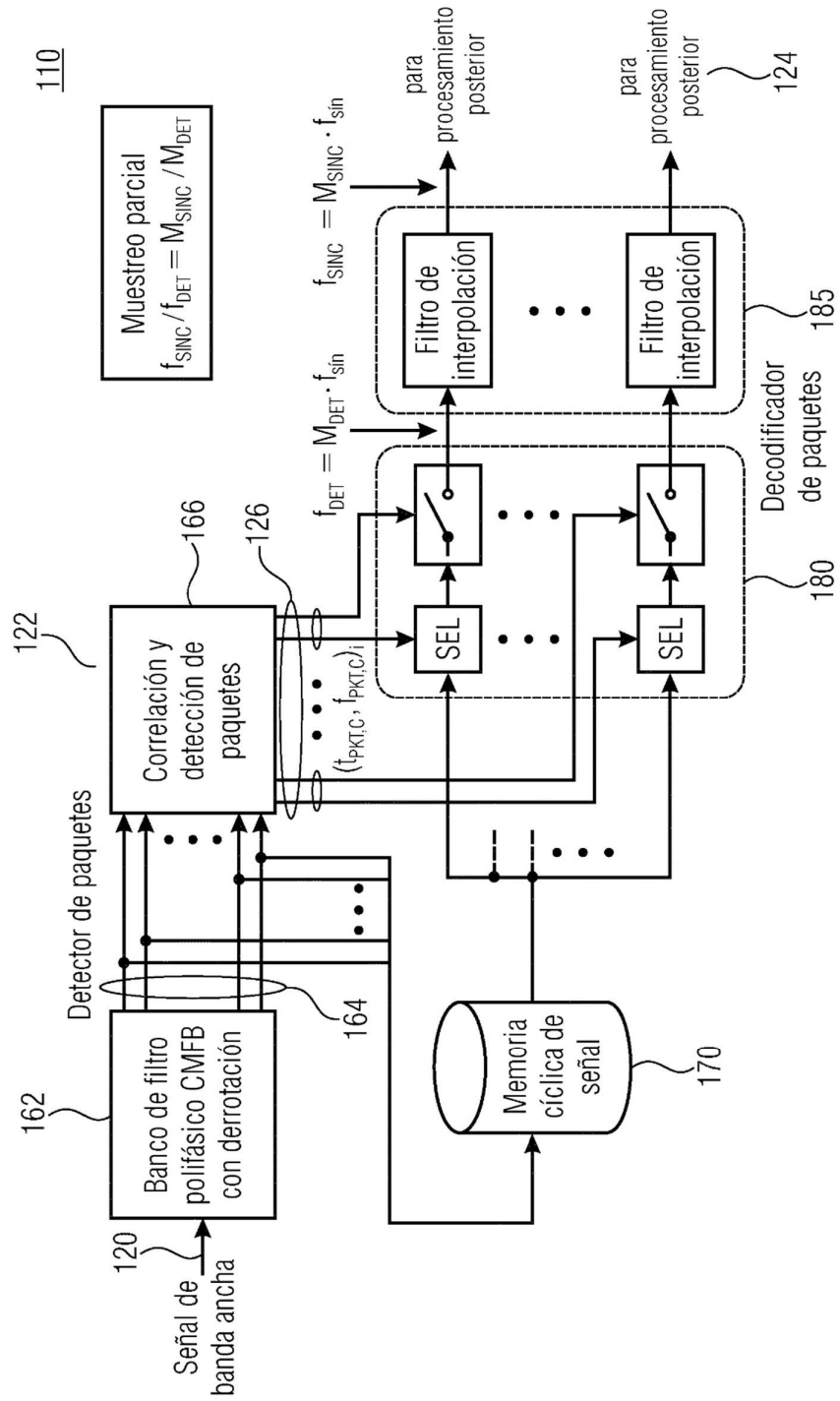


Fig. 11

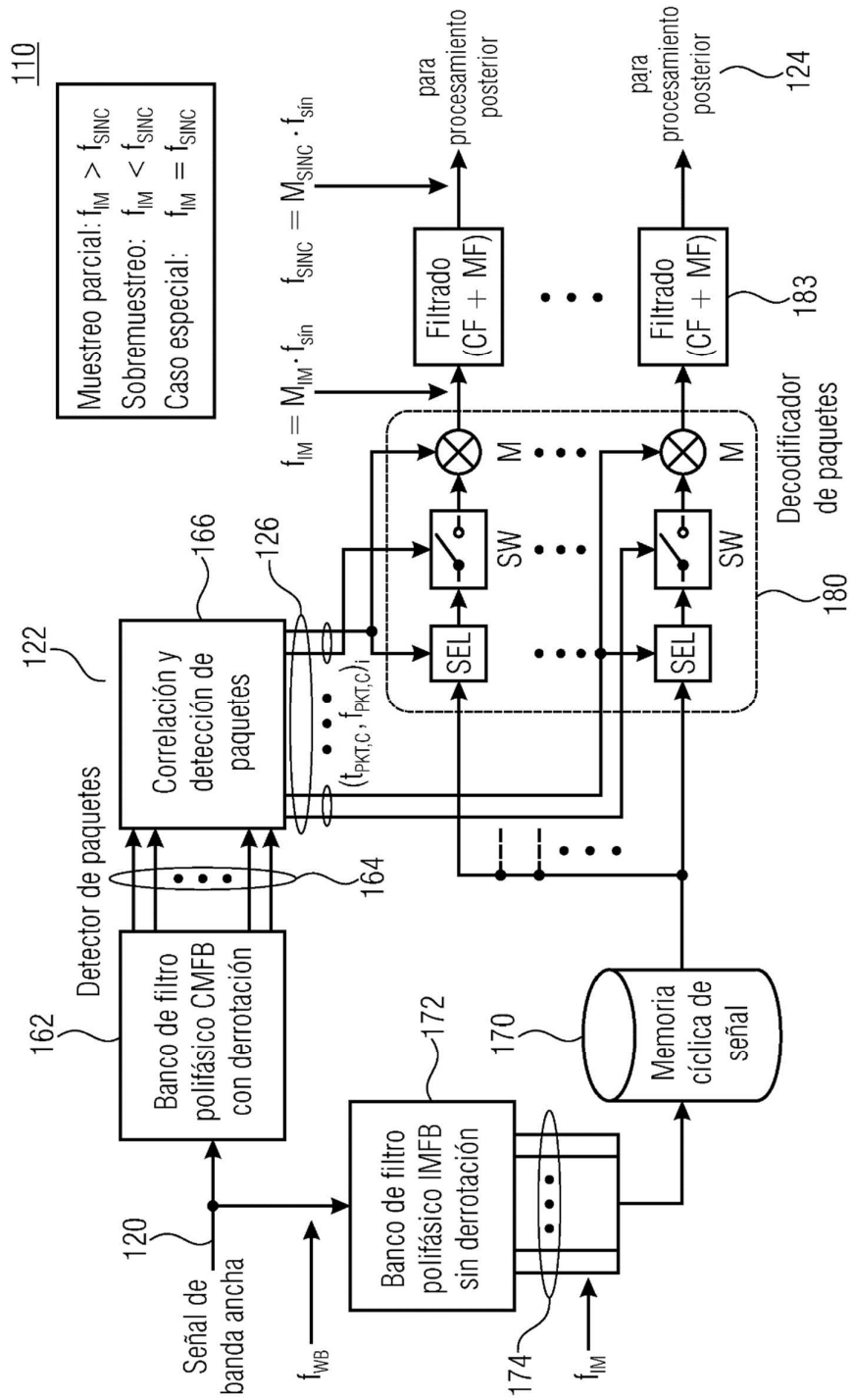


Fig. 12

Banco de filtros polifásicos IMFB:

- Cantidad de canales: N_{IM}
- Factor polifásico: P_{IM}
- Cantidad de coeficientes: $N_{PIM} = P_{IM} \cdot N_{IM}$
- Muestreo parcial: $U_{IM} = M_{WB}/M_{IM}$

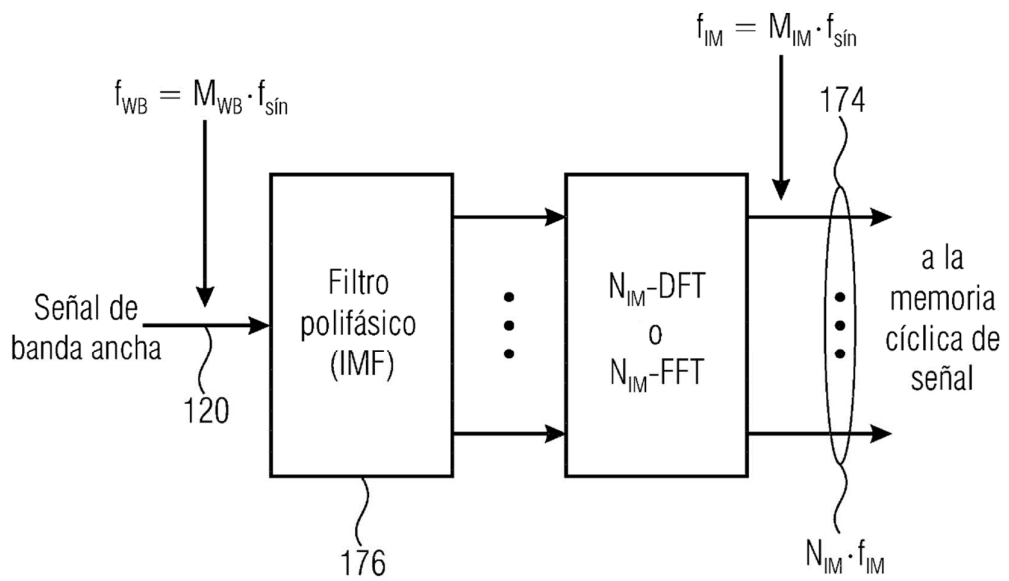


Fig. 13

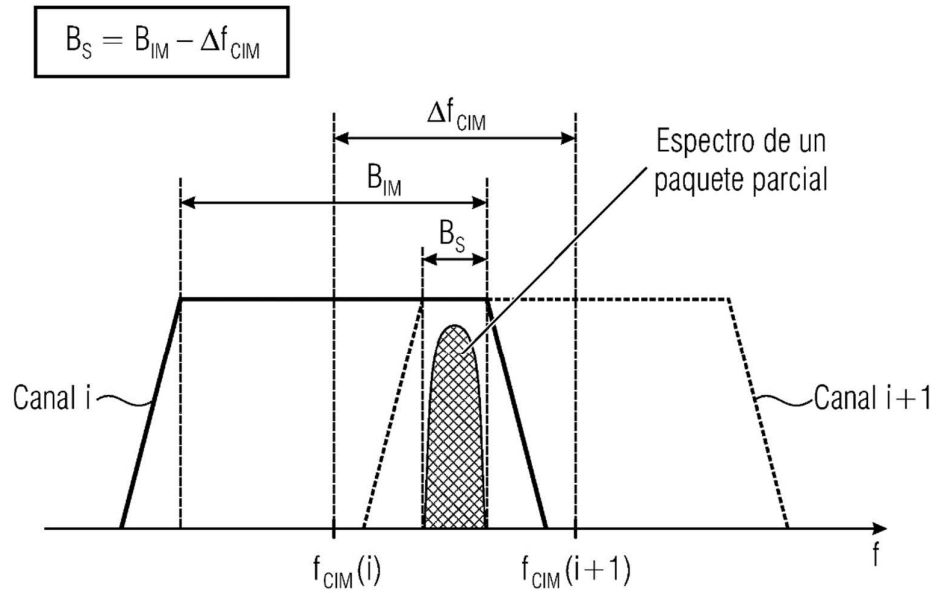


Fig. 14

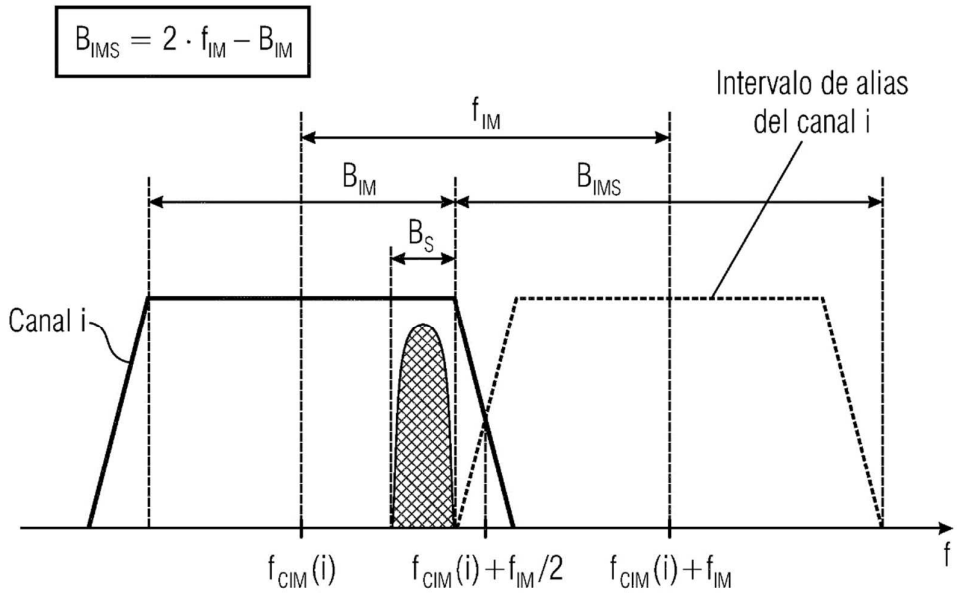


Fig. 15

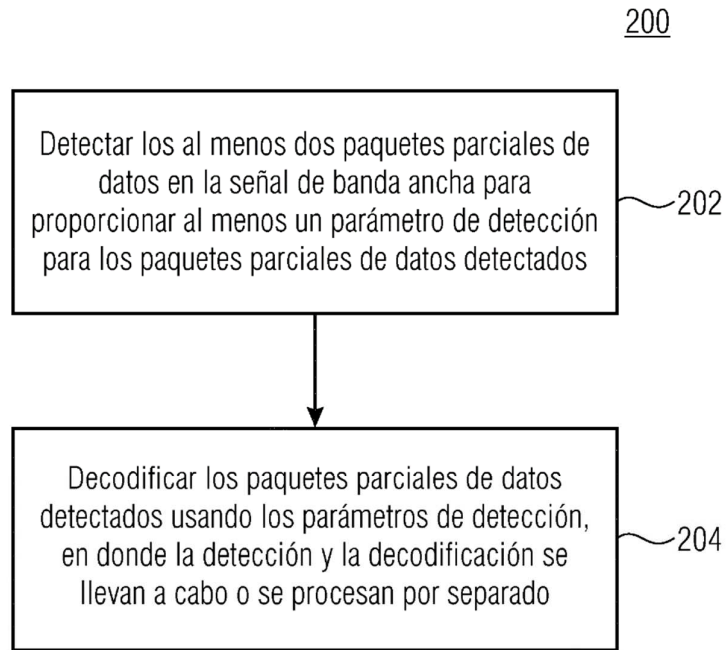


Fig. 16

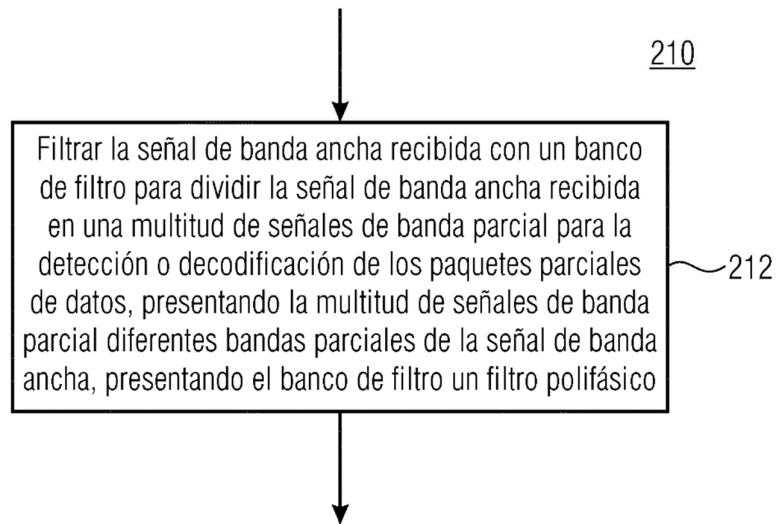


Fig. 17