

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 779 959**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.06.2018 PCT/SE2018/050629**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.12.2018 WO18231140**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2018 E 18737437 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019 EP 3459201**

54 Título: **Diseño conjunto de correspondencia de recursos de DM-RS y PT-RS**

30 Prioridad:

16.06.2017 US 201762521078 P

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

20.08.2020

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**WANG, ZHAO;
LINDBOM, LARS;
WERNER, KARL y
MOLES CASES, VICENT**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 779 959 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

Diseño conjunto de correspondencia de recursos de DM-RS y PT-RS

5 CAMPO TÉCNICO

Esta divulgación se refiere a las comunicaciones inalámbricas, y en particular a un método, un nodo de red y un dispositivo inalámbrico para programar señales de referencia de seguimiento de fase, PT-RS (por sus siglas en inglés), conjuntamente con señales de referencia de demodulación, DM-RS (por sus siglas en inglés).

10 ANTECEDENTES

Se espera que la capa física de New Radio (NR) (los sistemas de radio móvil de quinta generación (5G) del proyecto de asociación de tercera generación (3GPP, por sus siglas en inglés)) maneje un número enorme de escenarios de transmisión diferentes funcionando en la gama de frecuencias de menos de 1 GHz a 100 GHz. La evolución a largo plazo (LTE, por sus siglas en inglés) no soporta frecuencias de portadora por encima de 6 GHz, por lo que NR requiere un diseño nuevo y flexible para la capa física que ofrezca un buen rendimiento en una mayor gama de frecuencias que la capa física de LTE.

De manera similar a LTE, NR utilizará formas de onda basadas en multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM, por sus siglas en inglés) con señales de referencia y canales de capa física hechos corresponder en una rejilla de recursos de tiempo-frecuencia. NR tiene un diseño ultraescaso que minimiza las transmisiones siempre activas para mejorar la eficacia energética de la red y asegurar la compatibilidad hacia delante. En contraste con la configuración en LTE, las señales de referencia en NR se transmiten sólo cuando es necesario. Las señales de referencia de demodulación (DM-RS) y las señales de referencia de seguimiento de fase (PT-RS) son dos variaciones de señales de referencia entre las demás.

DM-RS se utiliza para estimar el canal de radio para la demodulación. DM-RS es específica de los dispositivos inalámbricos, es apta para una conformación de haz (*beamforming*), puede encerrarse en un recurso programado y transmitirse sólo cuando es necesario, tanto en el enlace descendente (DL, por sus siglas en inglés), es decir desde la estación base hacia el dispositivo inalámbrico, como en el enlace ascendente (UL, por sus siglas en inglés), es decir desde el dispositivo inalámbrico hacia la estación base. Para soportar la transmisión multicapa múltiple entrada, múltiple salida (MIMO, por sus siglas en inglés), pueden programarse múltiples puertos DM-RS ortogonales, uno para cada capa. La ortogonalidad se logra mediante una multiplexación por división de frecuencias (FDM, por sus siglas en inglés) (estructura de peine), multiplexación por división de tiempo (TDM, por sus siglas en inglés) y multiplexación por división de código (CDM, por sus siglas en inglés) (con cambio cíclico de la secuencia raíz o códigos de recubrimiento ortogonales). El patrón DM-RS básico se carga frontalmente, dado que el diseño de DM-RS tiene en cuenta el requisito de decodificación temprana para soportar aplicaciones de baja latencia. Para escenarios de baja velocidad, DM-RS utiliza baja densidad en el dominio del tiempo. Sin embargo, para escenarios de alta velocidad, la densidad temporal de DM-RS se aumenta para seguir cambios rápidos en el canal de radio. Las Figuras 1 y 2 ilustran la correspondencia de recursos DM-RS potencial en la rejilla de frecuencia-tiempo para escenarios de *doppler* bajo y *doppler* alto, respectivamente, en la ranura de transmisión.

Otro reto al que se enfrenta NR son las degradaciones de radiofrecuencia (RF) cuando los sistemas inalámbricos funcionan en la banda de ondas milimétricas (mm), específicamente los efectos del ruido de fase producidos por los osciladores locales. La degradación producida por el ruido de fase aumenta con el aumento de la frecuencia de portadora, de manera que la capa física de NR que funciona en las frecuencias de onda mm debe ser resistente al ruido de fase con el fin de lograr un buen rendimiento. Por lo tanto, existe la necesidad de una nueva señal de referencia denominada señal de referencia de seguimiento de fase (PT-RS). Tal señal puede utilizarse para mitigar tanto el error de fase común (CPE, por sus siglas en inglés) inducido por ruido de fase, experimentado por igual en todas las subportadoras dentro de un símbolo OFDM, como la interferencia interportadora (ICI, por sus siglas en inglés) causada por la pérdida de ortogonalidad entre subportadoras.

La PT-RS puede necesitarse tanto en el enlace ascendente como en el enlace descendente. Está previsto que esta señal pueda utilizarse tanto para la sincronización fina de frecuencia de portadora como para la compensación de ruido de fase. Se supone que esta señal está presente y se necesita sólo en frecuencias de portadora altas, mientras que las otras propiedades de la DM-RS pueden permanecer un tanto inalteradas. En la Figura 3 está representado un ejemplo de adición de una PT-RS en frecuencias de portadora altas.

Diferentes esquemas de modulación y codificación (MCS, por sus siglas en inglés) ofrecen diferente resistencia contra los efectos del ruido de fase, como se muestra en las Figuras 4 y 5. Por lo tanto, la densidad temporal de PT-RS para un dispositivo inalámbrico (WD, por sus siglas en inglés) específico puede configurarse según el MCS programado.

Los problemas de la solución existente pueden resumirse de la siguiente manera:

- PT-RS es una nueva señal de referencia introducida en NR, que puede coexistir con DM-RS en ciertos escenarios;
- cada tipo de señal de referencia necesita reservar su propio recurso en la rejilla de tiempo-frecuencia;

- las soluciones de la técnica anterior proponen un diseño conjunto para DM-RS y PT-RS, pero el diseño está limitado al caso en el que sólo se programa en la ranura una instancia de DM-RS; y
- puede producirse una contaminación de pilotos, de tal manera que sea necesario controlar la sobrecarga de los recursos totales utilizados por señales de referencia.

5 MITSUBISHI ELECTRIC: "On phase and frequency tracking for DFTsOFDM", R1-1704656, vol. RAN WG1, no. Spokane, Washington, EE.UU.; 2 de abril de 2017, divulga la reducción de la sobrecarga de la secuencia de PT-RS teniendo en cuenta las posiciones de DM-RS.

10 COMPENDIO

La solución propuesta para el diseño conjunto de DM-RS y PT-RS puede estar basada en las condiciones de que la correspondencia de PT-RS en el dominio del tiempo pueda depender al menos de lo siguiente:

- la posición de la DM-RS cargada frontalmente en la ranura para un puerto de antena en el que se haya hecho corresponder PT-RS;
- la densidad temporal requerida en el dominio del tiempo para PT-RS;
- la posición del primer símbolo programado para la transmisión de datos en la ranura de transmisión; y
- la posición del último símbolo programado para la transmisión de datos en la ranura de transmisión.

20 La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas. En lo que sigue, las realizaciones que no estén incluidas en el alcance de las reivindicaciones deben entenderse como ejemplos útiles para entender la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

25 Una comprensión más completa de las realizaciones descritas en el presente documento, y las ventajas y características concomitantes de las mismas, se entenderán más fácilmente con referencia a la siguiente descripción detallada considerada junto con los dibujos adjuntos, en donde:

- La Figura 1 muestra posibles patrones de DM-RS para NR que soportan una decodificación temprana para *doppler* bajo;
- 30 la Figura 2 muestra posibles patrones de DM-RS para NR que soportan una decodificación temprana para *doppler* alto;
- la Figura 3 muestra la adición de PT-RS en frecuencias de portadora altas;
- la Figura 4 muestra resultados de evaluación para MCS 16 QAM (3/4);
- 35 la Figura 5 muestra resultados de evaluación para MCS 64 QAM (5/6);
- la Figura 6 es un diagrama de bloques de un sistema de comunicación inalámbrico construido de acuerdo con principios expuestos en el presente documento;
- la Figura 7 es un diagrama de bloques de un nodo de red construido de acuerdo con principios expuestos en el presente documento;
- 40 la Figura 8 es un diagrama de bloques de una realización alternativa de un nodo de red construido de acuerdo con principios expuestos en el presente documento;
- la Figura 9 es un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico construido de acuerdo con principios expuestos en el presente documento;
- 45 la Figura 10 es un diagrama de bloques de una realización alternativa de un dispositivo inalámbrico construido de acuerdo con principios expuestos en el presente documento; y
- la Figura 11 es un diagrama de flujo de un proceso ejemplar para la programación conjunta de DM-RS y PT-RS que puede llevarse a cabo en el dispositivo inalámbrico y/o el nodo de red.
- La Figura 12 es un diagrama de flujo de un proceso ejemplar para programar DM-RS y PT-RS;
- la Figura 13 es un diagrama de flujo de un proceso ejemplar para transmitir y recibir una señal de referencia de seguimiento de fase (PT-RS);
- 50 la Figura 14 muestra una instancia DM-RS simple con alineación de DM-RS y PT-RS con densidad temporal 1;
- la Figura 15 muestra una DM-RS cargada frontalmente de manera simple con alineación de DM-RS y PT-RS con densidad temporal $\frac{1}{2}$;
- 55 la Figura 16 muestra una DM-RS cargada frontalmente de manera doble con alineación de DM-RS y PT-RS con densidad temporal $\frac{1}{2}$;
- la Figura 17 muestra un patrón de DM-RS cargada frontalmente con DM-RS adicional y PT-RS con densidad temporal 1;
- la Figura 18 muestra un patrón de DM-RS cargada frontalmente con DM-RS adicional y PT-RS con densidad temporal $\frac{1}{2}$.

60 DESCRIPCIÓN DETALLADA

Antes de describir en detalle las realizaciones ejemplares, hay que señalar que las realizaciones radican principalmente en combinaciones de componentes de aparatos y etapas de procesamiento relacionadas con la programación de señales de referencia de seguimiento de fase, PT-RS, conjuntamente con señales de referencia de demodulación, DM-RS. Por consiguiente, los componentes del método y el sistema se han representado cuando ha sido apropiado mediante símbolos convencionales en los dibujos, mostrando sólo los detalles específicos que son

pertinentes para entender las realizaciones de la presente divulgación, con el fin de no complicar la divulgación con detalles que serán perfectamente evidentes para las personas con conocimientos normales en la técnica que tengan la ayuda de la descripción hecha en el presente documento.

5 Tal como se utilizan en el presente documento, los términos relacionales, tales como “primero” y “segundo”, “superior” e “inferior” y similares, pueden utilizarse solamente para distinguir una entidad o elemento de otra entidad o elemento sin requerir o implicar necesariamente ninguna relación o ningún orden físicos o lógicos entre tales entidades o elementos.

10 Una indicación puede, en general, indicar de forma explícita y/o implícita la información que representa y/o indica. Una indicación implícita puede, por ejemplo, estar basada en la posición y/o el recurso utilizados para la transmisión. Una indicación explícita puede, por ejemplo, estar basada en una parametrización con uno o más parámetros, y/o uno o más índices, y/o uno o más esquemas de bits que representen la información. En particular, puede considerarse que la señalización de control descrita en el presente documento, sobre la base de la secuencia de recursos utilizada, indica de forma implícita el tipo de señalización de control.

15 El término señal utilizado en el presente documento puede ser cualquier señal física o canal físico. Ejemplos de señales físicas son señales de referencia tales como PSS, SSS, CRS, PRS, etc. El término canal físico (por ejemplo en el contexto de la recepción de canal) utilizado en el presente documento se denomina también “canal”. Ejemplos de canales físicos son MIB, PBCH, NPBCH, PDCCH, PDSCH, sPUCCH, sPDSCH. sPUCCH, sPUSCH, MPDCCH, NPDCCH, NPDSCH, E-PDCCH, PUSCH, PUCCH, NPUSCH, etc. Estos términos/abreviaturas pueden utilizarse según el lenguaje 3GPP estándar, en particular según LTE y/o NR.

20 Puede considerarse que para la comunicación celular se proporcionan al menos una conexión y/o un canal y/o una portadora de enlace ascendente (UL) y al menos una conexión y/o un canal y/o una portadora de enlace descendente (DL), por ejemplo a través de una célula y/o que definan una célula, que puede ser proporcionada por un nodo de red, en particular una estación base o un nodo eNodeB. Una dirección de enlace ascendente puede referirse a una dirección de transferencia de datos desde un terminal hacia un nodo de red, por ejemplo una estación base y/o una estación repetidora. Una dirección de enlace descendente puede referirse a una dirección de transferencia de datos desde un nodo de red, por ejemplo una estación base y/o un nodo repetidor, hacia un terminal. UL y DL pueden estar asociados a diferentes recursos de frecuencia, por ejemplo portadoras y/o bandas espectrales. Una célula puede comprender al menos una portadora de enlace ascendente y al menos una portadora de enlace descendente, que pueden tener diferentes bandas de frecuencias. Un nodo de red, por ejemplo una estación base, un nodo gNB o un nodo eNodeB, puede estar adaptado para proporcionar y/o definir y/o controlar una o más células, por ejemplo una célula PCell y/o una célula LA.

25 La transmisión en enlace descendente puede estar relacionada con la transmisión desde la red o el nodo de red hacia el terminal. La transmisión en enlace ascendente puede estar relacionada con la transmisión desde el terminal hacia la red o el nodo de red. La transmisión en enlace directo puede estar relacionada con la transmisión (directa) de un terminal a otro. El enlace ascendente, el enlace descendente y el enlace directo (por ejemplo la transmisión y recepción por enlace directo) pueden considerarse direcciones de comunicación. En algunas variantes, el enlace ascendente y el enlace descendente pueden utilizarse también para describir una comunicación inalámbrica entre nodos de red, por ejemplo para una comunicación por red de retorno inalámbrica y/o por repetidor y/o una comunicación por red (inalámbrica) por ejemplo entre estaciones base o nodos de red similares, en particular una comunicación que termine en los mismos. Puede considerarse que la comunicación por red de retorno y/o repetidor y/o la comunicación por red están implementadas como una forma de comunicación por enlace directo o enlace ascendente o similar a éstas.

30 En general, la configuración puede incluir determinar datos de configuración que representen la configuración y proporcionarlos, por ejemplo transmitirlos, a otro u otros nodos (de forma paralela y/o secuencial), que pueden transmitirlos posteriormente al nodo radioeléctrico (u otro nodo, lo que puede repetirse hasta que lleguen al dispositivo inalámbrico). Como alternativa, o adicionalmente, configurar un nodo radioeléctrico, por ejemplo mediante un nodo de red u otro dispositivo, puede incluir recibir datos de configuración y/o datos relacionados con datos de configuración, por ejemplo desde otro nodo como un nodo 16 de red, que puede ser un nodo de nivel superior de la red, y/o transmitir datos de configuración recibidos al nodo radioeléctrico. Por consiguiente, la determinación de una configuración y la transmisión de los datos de configuración al nodo radioeléctrico pueden llevarse a cabo mediante diferentes entidades o nodos de red, que puedan comunicarse a través de una interfaz adecuada, por ejemplo una interfaz X2 en el caso de LTE o una interfaz correspondiente para NR. Configurar un terminal (por ejemplo WD) puede comprender programar transmisiones de enlace descendente y/o enlace ascendente para el terminal, por ejemplo señalización de datos de enlace descendente y/o de control de enlace descendente y/o DCI y/o señalización de datos o de comunicación o de control de enlace ascendente, en particular señalización de acuse de recibo, y/o configurar recursos y/o un conjunto de recursos para este fin. En particular, configurar un terminal (por ejemplo WD) puede comprender configurar el WD para llevar a cabo ciertas mediciones sobre ciertas subtramas o recursos radioeléctricos y comunicar dichas mediciones según las realizaciones de la presente divulgación.

65 La señalización puede comprender una o más señales y/o símbolos. La señalización de referencia puede comprender una o más señales y/o símbolos de referencia. La señalización de datos puede estar relacionada con señales y/o

- 5 símbolos que contengan datos, en particular datos de usuario y/o datos de carga útil y/o datos procedentes de una capa de comunicación por encima de la o las capas radioeléctricas y/o físicas. Puede considerarse que la señalización de referencia de demodulación comprende una o más señales y/o símbolos de demodulación. La señalización de referencia de demodulación puede comprender en particular DM-RS según tecnologías 3GPP y/o NR y/o LTE. En general, puede considerarse que la señalización de referencia de demodulación representa una señalización que proporciona una referencia para un dispositivo receptor como un terminal, para decodificar y/o demodular datos o una señalización de datos asociados. La señalización de demodulación puede estar asociada a datos o señalización de datos, en particular a datos o señalización de datos específicos. Puede considerarse que la señalización de datos y la señalización de referencia de demodulación están entrelazadas y/o multiplexadas, por ejemplo dispuestas en el mismo intervalo de tiempo que cubre por ejemplo una subtrama o una ranura o un símbolo, y/o en la misma estructura de recursos de tiempo-frecuencia como un bloque de recursos. Un elemento de recurso puede representar un recurso mínimo de tiempo-frecuencia, por ejemplo representar el margen de tiempo y la gama de frecuencias cubiertos por un símbolo o un número de bits representados en una modulación común. Un elemento de recurso puede, por ejemplo, cubrir una duración de símbolo y una subportadora, en particular en los estándares 3GP y/o NR y/o LTE. Una transmisión de datos puede representar y/o estar relacionada con la transmisión de datos específicos, por ejemplo un bloque de datos y/o un bloque de transporte específicos. En general, la señalización de referencia de demodulación puede comprender y/o representar una secuencia de señales y/o símbolos, que puede identificar y/o definir la señalización de referencia de demodulación.
- 10
- 15
- 20 Los datos o la información pueden referirse a cualquier tipo de datos, en particular a cualquiera de los siguientes y/o cualquier combinación de los siguientes: datos de control, datos de usuario y datos de carga útil. La información de control (que puede denominarse también datos de control) puede referirse a datos que controlan y/o programan y/o están relacionados con el proceso de transmisión de datos y/o el funcionamiento de la red o del terminal.
- 25 La Figura 6 es un diagrama de bloques de una red de comunicación inalámbrica configurada según los principios expuestos en el presente documento. La red 10 de comunicación inalámbrica incluye una nube 12, que puede incluir Internet y/o la red telefónica pública conmutada (PSTN, por sus siglas en inglés). La nube 12 puede servir también de red de retorno de la red 10 de comunicación inalámbrica. La red 10 de comunicación inalámbrica incluye uno o más nodos 14A y 14B de red, que pueden comunicarse directamente a través de una interfaz X2 en entornos LTE y que se denominan colectivamente nodos 14 de red. Se contempla la posibilidad de usar otros tipos de interfaz para la comunicación entre los nodos 14 de red para otros protocolos de comunicación tales como New Radio (NR). Los nodos 14 de red pueden dar servicio a dispositivos inalámbricos 16A y 16B, denominados en el presente documento colectivamente dispositivos inalámbricos 16. Hay que señalar que, aunque se muestren sólo dos dispositivos inalámbricos 16 y dos nodos 14 de red por comodidad, la red 10 de comunicación inalámbrica puede incluir típicamente muchos más dispositivos inalámbricos (WD) 16 y nodos 14 de red. Además, en algunas realizaciones, los WD 16 pueden comunicarse directamente utilizando la que a veces se denomina una conexión de enlace directo.
- 30
- 35
- 40 El concepto "dispositivo inalámbrico" o terminal móvil utilizado en el presente documento puede referirse a cualquier tipo de dispositivo inalámbrico que se comunique con un nodo 14 de red y/o con otro dispositivo inalámbrico 16 en un sistema 10 de comunicación móvil o celular. Como ejemplos de dispositivo inalámbrico 16 pueden mencionarse un equipo de usuario (UE, por sus siglas en inglés), un dispositivo de destino, un dispositivo inalámbrico de dispositivo a dispositivo (D2D, por sus siglas en inglés), un dispositivo inalámbrico de tipo máquina o un dispositivo inalámbrico capaz de comunicación de máquina a máquina (M2M, por sus siglas en inglés), un PDA, una tableta, un teléfono inteligente, un equipo embebido en ordenador portátil (LEE, por sus siglas en inglés), un equipo montado en ordenador portátil (LME, por sus siglas en inglés), un dispositivo de protección electrónica (*dongle*) USB, etc.
- 45
- 50 El concepto "nodo de red" utilizado en el presente documento puede referirse a cualquier tipo de estación base radioeléctrica en una red radioeléctrica, que puede comprender además cualquier estación transceptora base (BTS, por sus siglas en inglés), controlador de estación base (BSC, por sus siglas en inglés), controlador de red radioeléctrica (RNC, por sus siglas en inglés), nodo B evolucionado (eNB o eNodeB), nodo NR gNodeB, nodo NR gNB, nodo B, nodo radioeléctrico de radio multiestándar (MSR, por sus siglas en inglés) tal como MSR BS, nodo repetidor, repetidor de control de nodo donante, punto de acceso (AP, por sus siglas en inglés) por radio, puntos de transmisión, nodos de transmisión, Unidad de Radio Remota (RRU, por sus siglas en inglés), Cabeza de Radio Remota (RRH, por sus siglas en inglés), nodos en un sistema de antenas distribuidas (DAS, por sus siglas en inglés), etc.
- 55
- 60 Aunque en el presente documento se describen realizaciones con referencia a ciertas funciones desempeñadas por un nodo 14 de red, se entiende que las funciones pueden ser desempeñadas en otros nodos de red y elementos. Se entiende también que las funciones del nodo 14 de red pueden estar repartidas por la nube 12 de red, de manera que otros nodos pueden desempeñar una o más funciones o incluso partes de funciones descritas en el presente documento. Además, las funciones que en el presente documento se describan como desempeñadas por un nodo 14 de red también pueden ser desempeñadas por un dispositivo inalámbrico 16.
- 65 El nodo 14 de red tiene información 30 de posición de DM-RS que puede estar almacenada en una memoria. La información de posición de DM-RS incluye información sobre una posición en el dominio del tiempo de una primera DM-RS programada en una ranura. El nodo 14 de red también tiene un transceptor 28 de PT-RS configurado para transmitir o recibir una PT-RS dentro de la ranura, dependiendo la posición de la PT-RS de una posición de la DM-

RS. De manera similar, el dispositivo inalámbrico 16 puede incluir información 50 de posición de DM-RS y un transceptor 48 de PT-RS que desempeñen las mismas funciones que la memoria 30 de posición de DM-RS y el transceptor 28 de PT-RS, respectivamente.

5 La Figura 7 es un diagrama de bloques de un nodo 14 de red configurado para una programación conjunta de DM-RS y PT-RS. El nodo 14 de red tiene una circuitería 22 de procesamiento. En algunas realizaciones, la circuitería de procesamiento puede incluir una memoria 24 y un procesador 26, memoria 24 que contiene instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador 26, configuran el procesador 26 para desempeñar la o las funciones descritas en el presente documento. Además de un procesador y una memoria tradicionales, la circuitería 22 de procesamiento puede
10 incluir circuitería integrada para procesamiento y/o control, por ejemplo uno o más procesadores y/o núcleos de procesador y/o FPGA (*Field Programmable Gate Array* (Agrupación de Puertas Programable *In Situ*)) y/o ASIC (*Application Specific Integrated Circuitry* (Circuitería Integrada de Aplicación Específica)).

15 La circuitería 22 de procesamiento puede incluir y/o conectarse a y/o configurarse para acceder a (por ejemplo escribir en y/o leer de) una memoria 24, que puede incluir cualquier tipo de memoria volátil y/o no volátil, por ejemplo memoria caché y/o intermedia y/o RAM (*Random Access Memory* (Memoria de Acceso Aleatorio)) y/o ROM (*Read-Only Memory* (Memoria de Sólo Lectura)) y/o memoria óptica y/o EPROM (*Erasable Programmable Read-Only Memory* (Memoria de Sólo Lectura Programable Borrable)). Tal memoria 24 puede configurarse para almacenar código ejecutable por circuitería de control y/u otros datos, por ejemplo datos relacionados con la comunicación, por ejemplo datos de configuración y/o dirección de nodos, etc. La circuitería 22 de procesamiento puede configurarse para controlar cualquiera de los métodos descritos en el presente documento y/o para hacer que tales métodos sean llevados a cabo, por ejemplo por el procesador 26. En la memoria 24, que puede ser legible y/o estar conectada de manera legible a la circuitería 22 de procesamiento, pueden estar almacenadas instrucciones correspondientes. En otras palabras, la circuitería 22 de procesamiento puede incluir un controlador, que puede incluir un microprocesador y/o
20 microcontrolador y/o dispositivo FPGA (*Field-Programmable Gate Array*) y/o dispositivo ASIC (*Application Specific Integrated Circuit*). Puede considerarse que la circuitería 22 de procesamiento incluye o puede estar conectada o ser conectable a la memoria, que puede configurarse para que sea accesible para la lectura y/o escritura por parte del controlador y/o la circuitería 22 de procesamiento.

30 La memoria 24 está configurada para almacenar información 30 de posición de DM-RS e información 32 de programación de PT-RS. El procesador 26 implementa un elemento 18 de obtención de posición de DM-RS configurado para obtener información sobre una posición en el dominio del tiempo de una primera DM-RS programada en una ranura. El procesador 26 también implementa un programador 20 de PT-RS configurado para programar la PT-RS en la ranura. Un transceptor 28 está configurado para transmitir la PT-RS a un dispositivo inalámbrico 16 o recibir la PT-RS del dispositivo inalámbrico 16, dependiendo la posición de la PT-RS de la posición de la primera DM-RS.

40 La Figura 8 es un diagrama de bloques de una realización alternativa de un nodo 14 de red configurado para una programación conjunta de DM-RS y PT-RS. El módulo 25 de memoria está configurado para almacenar información 30 de posición de DM-RS e información 32 de programación de PT-RS. El módulo 19 de obtención de posición de DM-RS está configurado para obtener información sobre una posición en el dominio del tiempo de una primera DM-RS programada en una ranura. El módulo 21 de programación de PT-RS está configurado para programar la PT-RS en la ranura. Un módulo transceptor 29 está configurado para transmitir la PT-RS a un dispositivo inalámbrico 16 o recibir una PT-RS del dispositivo inalámbrico 16, dependiendo la posición de la PT-RS de la posición de la primera DM-RS.

50 Hay que señalar que los mismos componentes mostrados en la Figura 7 en el nodo 14 de red pueden implementarse en un dispositivo inalámbrico 16 para la programación conjunta de DM-RS y PT-RS por el dispositivo inalámbrico 16 para la transmisión en el enlace ascendente. Así pues, el dispositivo inalámbrico 16 puede tener un elemento 58 de obtención de posición de DM-RS y un programador 60 de PT-RS para la programación conjunta de la DM-RS y la PT-RS en el enlace ascendente.

60 Por consiguiente, la Figura 9 es un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico 16 configurado para la programación conjunta de DM-RS y PT-RS. El dispositivo inalámbrico 16 tiene una circuitería 42 de procesamiento. En algunas realizaciones, la circuitería de procesamiento puede incluir una memoria 44 y un procesador 46, memoria 44 que contiene instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador 46, configuran el procesador 46 para desempeñar la o las funciones descritas en el presente documento. Además de un procesador y una memoria tradicionales, la circuitería 42 de procesamiento puede incluir circuitería integrada para procesamiento y/o control, por ejemplo uno o más procesadores y/o núcleos de procesador y/o FPGA (*Field Programmable Gate Array*) y/o ASIC (*Application Specific Integrated Circuitry*).

65 La circuitería 42 de procesamiento puede incluir y/o conectarse a y/o configurarse para acceder a (por ejemplo escribir en y/o leer de) una memoria 44, que puede incluir cualquier tipo de memoria volátil y/o no volátil, por ejemplo memoria caché y/o intermedia y/o RAM (*Random Access Memory*) y/o ROM (*Read-Only Memory*) y/o memoria óptica y/o EPROM (*Erasable Programmable Read-Only Memory*). Tal memoria 44 puede configurarse para almacenar código ejecutable por circuitería de control y/u otros datos, por ejemplo datos relacionados con la comunicación, por ejemplo

datos de configuración y/o dirección de nodos, etc. La circuitería 42 de procesamiento puede configurarse para controlar cualquiera de los métodos descritos en el presente documento y/o para hacer que tales métodos sean llevados a cabo, por ejemplo por el procesador 46. En la memoria 44, que puede ser legible y/o estar conectada de manera legible a la circuitería 42 de procesamiento, pueden estar almacenadas instrucciones correspondientes. En otras palabras, la circuitería 42 de procesamiento puede incluir un controlador, que puede incluir un microprocesador y/o microcontrolador y/o dispositivo FPGA (*Field-Programmable Gate Array*) y/o dispositivo ASIC (*Application Specific Integrated Circuit*). Puede considerarse que la circuitería 42 de procesamiento incluye o puede estar conectada o ser conectable a la memoria, que puede configurarse para que sea accesible para la lectura y/o escritura por parte del controlador y/o la circuitería 42 de procesamiento.

La memoria 44 está configurada para almacenar información 50 de posición de DM-RS e información 52 de programación de PT-RS. El procesador 46 implementa un elemento 58 de obtención de posición de DM-RS configurado para obtener información sobre una posición en el dominio del tiempo de una primera DM-RS programada en una ranura. El procesador 46 también implementa un programador 60 de PT-RS configurado para programar la PT-RS en la ranura. Un transceptor 48 está configurado para transmitir la PT-RS a un nodo 14 de red o recibir una PT-RS del nodo 14 de red, dependiendo la posición de la PT-RS de la posición en el dominio del tiempo de la primera DM-RS programada.

La Figura 10 es un diagrama de bloques de una realización alternativa de un dispositivo inalámbrico 16 configurado para la programación conjunta de DM-RS y PT-RS. El módulo 45 de memoria está configurado para almacenar información 50 de posición de DM-RS e información 52 de programación de PT-RS. El módulo 59 de obtención de posición de DM-RS está configurado para obtener información sobre una posición en el dominio del tiempo de una primera DM-RS programada en una ranura. El módulo 61 de programación de PT-RS está configurado para programar la PT-RS en la ranura. Un módulo transceptor 49 está configurado para transmitir la PT-RS a un nodo 14 de red o recibir una PT-RS del nodo 14 de red, dependiendo la posición de la PT-RS de la posición en el dominio del tiempo de la primera DM-RS programada.

La Figura 11 es un diagrama de flujo de un proceso ejemplar para la programación conjunta de DM-RS y PTRS. Este proceso puede llevarse a cabo en el nodo 14 de red y/o en el dispositivo inalámbrico 16. El proceso incluye programar, a través del procesador 26, 46, la DM-RS en una rejilla de recursos de tiempo-frecuencia en una pluralidad de frecuencias en una misma ranura de tiempo (bloque S90). El proceso incluye también programar, a través del programador 20, 60 de PT-RS, la PT-RS en la rejilla de tiempo-frecuencia en una pluralidad de ranuras de tiempo en una misma frecuencia, dependiendo las ranuras de tiempo en las que se programan las PT-RS de una posición de la DM-RS (bloque S92).

Una ventaja de algunas realizaciones es que es posible reducir la sobrecarga de la señal de referencia total para evitar la contaminación de pilotos, logrando al mismo tiempo la calidad de valoración requerida. En la Figura 12 se muestran las principales etapas de una realización del diseño conjunto propuesto de la posición de DM-RS y PT-RS. El proceso incluye determinar, a través del programador 20, 60 de PT-RS, una densidad temporal de PT-RS según un MCS programado (bloque S100). El proceso también incluye determinar, a través del elemento 18, 58 de obtención de posición de DM-RS, una posición de una DM-RS cargada frontalmente (bloque S102). El proceso incluye además determinar, a través del procesador 26, 46, una posición del primer y el último símbolos programados para la transmisión de datos (bloque S104). Entonces se utiliza la solución propuesta y descrita en el presente documento para obtener una correspondencia de la PT-RS en una ranura (bloque S106). Si hay instancias adicionales de la DM-RS (bloque S108), entonces se utiliza la solución propuesta para obtener la correspondencia de DM-RS (bloque S110). De lo contrario, el proceso concluye.

La Figura 13 es un diagrama de flujo de un proceso ejemplar para transmitir o recibir una señal de referencia de seguimiento de fase (PT-RS). El proceso incluye obtener, a través del elemento 18, 48 de obtención de posición de DM-RS, información sobre una posición en un dominio del tiempo de una primera señal de referencia de demodulación, DM-RS, programada en una ranura (bloque S120). La posición puede obtenerse del WD 16 a través de una programación de control de recursos radioeléctricos de la DM-RS. El proceso también incluye o transmitir o recibir, a través del transceptor 28, 48 de PT-RS, la PT-RS dentro de la ranura, dependiendo la posición de la PT-RS de la posición en el dominio del tiempo de la primera DM-RS programada (bloque S122).

Habiendo descrito el flujo de proceso general de disposiciones de la divulgación y habiendo proporcionado ejemplos de disposiciones de *hardware* y *software* para implementar los procesos y funciones de la divulgación, las secciones siguientes proporcionan detalles y ejemplos de disposiciones para implementar realizaciones de la divulgación y para transmitir y recibir PT-RS.

La solución propuesta puede tener al menos algunos de los siguientes beneficios:

- una reducción en la sobrecarga total de las señales de referencia cuando se programan tanto DM-RS como PT-RS;
- un diseño común de ambas señales de referencia que se adapta con la posición real de la DM-RS cargada frontalmente en la ranura; y

- ambos tipos de señal de referencia pueden proporcionar una calidad de valoración deseada.

El proceso puede describirse de la siguiente manera, en algunas realizaciones. Consideremos una transmisión basada en ranuras. Un intervalo de ranura puede ser la longitud de símbolos OFDM L , por ejemplo 7 o 14 símbolos. El índice de símbolo tiene un rango $[1:L]$. La correspondencia de la PT-RS en el dominio del tiempo está determinada por:

$X_{REF} = \min(D_{FL})$, donde D_{FL} representa el conjunto que contiene la posición de la DM-RS cargada frontalmente. Δ_{PTRS} , la distancia entre instancias de PT-RS, que es inversamente proporcional a la densidad temporal de PT-RS.
 $D_0 \geq 1$, el primer símbolo programado para la transmisión de datos en la ranura.
 $D_1 \leq L$, el último símbolo programado para la transmisión de datos en la ranura.

Digamos que P representa el conjunto que contiene la posición en el tiempo de PT-RS en la ranura de transmisión. Para obtener un diseño alineado para DM-RS cargada frontalmente y PT-RS, P puede definirse de la siguiente manera:

$$P = \{n \in \mathbb{N} / D_0 \leq n \leq D_1 \text{ y } (n - X_{REF}) \bmod \Delta_{PTRS} = 0\}$$

Digamos que D representa el conjunto de posiciones potenciales de la DM-RS adicional en la ranura. Para obtener un diseño alineado para DM-RS y PT-RS, D puede definirse de la siguiente manera:

$$D = \{n \in P \text{ y } n > X_{REF}\}$$

Así, las instancias de DM-RS son un subconjunto de las instancias de PT-RS, lo que ofrece un diseño alineado para PT-RS y DM-RS. Para resumir, los criterios generales de una solución propuesta según algunas realizaciones pueden expresarse como:

$$P, D = \arg \max |P \cap D|$$

sujeto a $X_{REF}, \Delta_{PTRS}, D_0, D_1$.

Realización: DM-RS cargada frontalmente y PT-RS con densidad temporal 1

En la Figura 14 se muestra un ejemplo de diseño conjunto para PT-RS con una densidad temporal 1 y un patrón de instancia de DMRS cargada frontalmente de manera simple.

En la Figura 15 se muestra un ejemplo de diseño conjunto para un patrón de DM-RS cargada frontalmente de manera simple y PT-RS con una densidad temporal 1/2. Puede verse que, utilizando un diseño conjunto para DM-RS y PT-RS, es posible mantener baja la sobrecarga de la señal de referencia en la ranura (porque la instancia de DM-RS puede reutilizarse para la valoración del ruido de fase, reemplazando PT-RS). Sin el diseño conjunto, la densidad temporal de la señal de referencia podría ser mayor de 1/2.

La Figura 16 es un ejemplo de un diseño conjunto para un patrón de DMRS cargada frontalmente de manera doble y PT-RS con una densidad temporal 1/2. Un beneficio del diseño conjunto propuesto en algunas realizaciones es que la correspondencia de PT-RS no cambia para un patrón de DMRS cargada frontalmente y simple.

Realización: DM-RS cargada frontalmente con instancia de DM-RS adicional y PT-RS con densidad temporal 1

En la Figura 17 se muestra un ejemplo de un diseño conjunto para un patrón de DM-RS cargada frontalmente con una DM-RS adicional y PT-RS con densidad temporal 1.

Realización: DM-RS cargada frontalmente con instancia de DM-RS adicional y PT-RS con densidad temporal 1/2

En la Figura 18 se muestra un ejemplo de un diseño conjunto para un patrón de DMRS cargada frontalmente con una instancia de DM-RS adicional y PT-RS con densidad temporal 1/2. Utilizando un diseño conjunto para DM-RS y PT-RS es posible mantener baja la sobrecarga de la señal de referencia en el dominio del tiempo en la ranura (porque las instancias de DM-RS pueden reutilizarse para la valoración del ruido de fase, reemplazando PT-RS). Sin el diseño conjunto, la densidad temporal de la señal de referencia podría ser mayor de 1/2.

Una ventaja de algunas realizaciones es que un diseño conjunto de DM-RS y PT-RS puede reducir la sobrecarga de las señales de referencia en el dominio del tiempo, manteniendo al mismo tiempo la exactitud en las valoraciones sobre la base de las señales de referencia.

La PT-RS se programa normalmente para sólo un puerto de antena (asociado con un puerto DMRS), es decir que no hay multiplexación de recursos utilizados por la PT-RS, lo que prepara el terreno para la alineación de elementos de recurso de DM-RS y PT-RS para reducir la sobrecarga. La densidad de la PT-RS depende del esquema de modulación y codificación (MCS), que proporciona la libertad de colocar la PT-RS en la rejilla de recursos utilizando diferentes desplazamientos temporales con igual rendimiento. Dado que la PT-RS es una señal de dominio del tiempo que abarca

la rejilla de recursos con cierta densidad, también proporciona un conjunto de posiciones con el que la DM-RS puede alinearse. Un resultado es que cuando se programan las DMRS adicionales, existe al menos una posición de recurso de PT-RS que proporciona una calidad de valoración de canal deseada.

5 En algunas realizaciones se proporciona un método para el uso en un nodo radioeléctrico 14, 16 en un sistema de comunicación inalámbrico para transmitir o para recibir una señal de referencia de seguimiento de fase, PT-RS. El método incluye obtener (bloque S120) información sobre una posición en un dominio del tiempo de una primera señal de referencia de demodulación, DM-RS, programada en una ranura. La información de posición puede obtenerse, por ejemplo, del dispositivo inalámbrico 16 a través de una programación de control de recursos radioeléctricos de la DM-RS. El método también incluye o transmitir o recibir (bloque S122) la PT-RS dentro de la ranura, dependiendo la posición de la PT-RS de la posición en el dominio del tiempo de la primera DM-RS programada.

15 En algunas realizaciones, la obtención comprende o recibir información sobre la primera DM-RS programada o determinar la posición en el dominio del tiempo de la primera DM-RS programada. En algunas realizaciones, el método incluye además obtener información sobre una posición de un primer símbolo de tiempo en una ranura programado para la transmisión de datos. En algunas realizaciones, el método también incluye obtener información sobre una posición de un último símbolo de tiempo en la ranura programado para la transmisión de datos. En algunas realizaciones, el método también incluye obtener información que indique un esquema de modulación y codificación, MCS, programado y transmitir la PT-RS con una densidad temporal sobre la base del MCS programado. Éste puede ser el caso para OFDM, mientras que para las formas de onda DFTS-OFDM puede utilizarse una mensajería de capa superior para indicar la densidad temporal. En algunas realizaciones, la densidad temporal es un 1, $\frac{1}{2}$ o $\frac{1}{4}$. En algunas realizaciones, el método incluye establecer una correspondencia de la PT-RS con respecto a elementos de recurso, RE (por sus siglas en inglés), en la ranura sobre la base de uno o más de los siguientes: una posición de la primera DM-RS programada, un MCS programado, una densidad temporal requerida, una posición del primer símbolo de tiempo programado para la transmisión de datos y una posición del último símbolo de tiempo programado para la transmisión de datos. En algunas realizaciones, la primera DM-RS se programa en elementos de recurso, RE, que abarcan varias subportadoras en frecuencia y uno o dos símbolos de tiempo de la ranura en tiempo, mientras que la PT-RS es o transmitida o recibida en RE que abarcan al menos una subportadora en frecuencia y múltiples símbolos de tiempo de la ranura en tiempo. En algunas realizaciones, un bloque de recursos físicos, PRB (por sus siglas en inglés), de la ranura tiene 12 subportadoras en el dominio de la frecuencia y 12 o 14 símbolos de tiempo en el dominio del tiempo. En algunas realizaciones, el nodo radioeléctrico 14, 16 es o un WD o un nodo de red. En algunas realizaciones, se programa una DM-RS adicional en la misma ranura que la primera DM-RS y la PT-RS, y la posición de la segunda DM-RS depende de la posición de la PT-RS. En algunas realizaciones, la PT-RS se transmite sólo en la banda de altas frecuencias con longitud de onda mm.

35 Según otro aspecto, se proporciona un nodo radioeléctrico 14, 16 en un sistema de comunicación inalámbrico configurado para transmitir o para recibir una señal de referencia de seguimiento de fase, PT-RS. El nodo radioeléctrico 14, 16 incluye circuitería de procesamiento configurada para obtener información sobre una posición en un dominio del tiempo de una primera señal de referencia de demodulación, DM-RS, programada en una ranura. La circuitería 22, 42 de procesamiento está configurada además para transmitir o para recibir la PT-RS dentro de la ranura, dependiendo la posición de la PT-RS de la posición en el dominio del tiempo de la primera DM-RS programada.

45 Según este aspecto, en algunas realizaciones, la obtención comprende o recibir o determinar información sobre la posición en el dominio del tiempo de la primera DM-RS programada. En algunas realizaciones, la circuitería 22, 42 de procesamiento está configurada además para obtener información sobre una posición de un primer símbolo de tiempo en una ranura programado para la transmisión de datos, y obtener información sobre una posición de un último símbolo de tiempo en la ranura programado para la transmisión de datos. En algunas realizaciones, la circuitería 22, 42 de procesamiento está configurada además para obtener información que indique un esquema de modulación y codificación, MCS, programado y transmitir la PT-RS con una densidad temporal sobre la base del MCS programado. En algunas realizaciones, la densidad temporal es 1, $\frac{1}{2}$ o $\frac{1}{4}$. En algunas realizaciones, la circuitería 22, 42 de procesamiento está configurada además para establecer una correspondencia de la PT-RS con respecto a elementos de recurso, RE, en la ranura sobre la base de uno o más de los siguientes: una posición de la primera DM-RS programada, un MCS programado, una densidad temporal requerida, una posición del primer símbolo de tiempo programado para la transmisión de datos y una posición del último símbolo de tiempo programado para la transmisión de datos. En algunas realizaciones, la primera DM-RS se programa en elementos de recurso, RE, que abarcan varias subportadoras en frecuencia y al menos un símbolo de tiempo de la ranura en tiempo, mientras que la PT-RS es o transmitida o recibida en RE que abarcan al menos una subportadora en frecuencia y múltiples símbolos de tiempo de la ranura en tiempo. En algunas realizaciones, un bloque de recursos físicos, PRB, de la ranura tiene 12 subportadoras en el dominio de la frecuencia y 12 o 14 símbolos de tiempo en el dominio del tiempo. En algunas realizaciones, el nodo radioeléctrico 14, 16 es o un WD o un nodo de red.

60 Según otro aspecto, se proporciona un nodo radioeléctrico 14, 16 en un sistema de comunicación inalámbrico configurado para transmitir o para recibir una señal de referencia de seguimiento de fase, PT-RS. El nodo radioeléctrico 14, 16 incluye una señal de referencia de demodulación, DM-RS, un módulo 19, 59 de obtención de posición configurado para obtener información sobre una posición en un dominio del tiempo de una primera señal de referencia de demodulación, DM-RS, programada en una ranura. El nodo radioeléctrico 14, 16 incluye además un módulo

transceptor 29, 49 de PT-RS configurado para transmitir o para recibir la PT-RS dentro de la ranura, dependiendo la posición de la PT-RS de la posición en el dominio del tiempo de la primera DM-RS programada. En algunas realizaciones, la primera DM-RS se programa en elementos de recurso, RE, que abarcan varias subportadoras en frecuencia y al menos un símbolo de tiempo de la ranura en tiempo, mientras que la PT-RS es o transmitida o recibida en RE que abarcan al menos una subportadora en frecuencia y múltiples símbolos de tiempo de la ranura en tiempo.

Algunas realizaciones incluyen lo siguiente:

Realización 1. Un método para programar señales de referencia de seguimiento de fase, PT-RS, conjuntamente con señales de referencia de demodulación, DM-RS, comprendiendo el método:

programar la DM-RS en una rejilla de recursos de tiempo-frecuencia en una pluralidad de frecuencias en una misma ranura de tiempo; y
programar la PT-RS en la rejilla de tiempo-frecuencia en una pluralidad de ranuras de tiempo en una misma frecuencia, dependiendo las ranuras de tiempo en las que se programan las PT-RS de una posición de la DM-RS.

Realización 2. El método según la Realización 1, en donde una densidad temporal de la PT-RS depende de un esquema de modulación y codificación seleccionado.

Realización 3. El método según cualquiera de las Realizaciones 1 y 2, en donde la densidad temporal es $\frac{1}{2}$.

Realización 4. El método según cualquiera de las Realizaciones 1-3, en donde la DM-RS es cargada frontalmente de manera simple.

Realización 5. El método según cualquiera de las Realizaciones 1-3, en donde la DM-RS es cargada frontalmente de manera doble.

Realización 6. El método según cualquiera de las Realizaciones 1-5, siendo el método llevado a cabo por un nodo de red.

Realización 7. El método según cualquiera de las Realizaciones 1-5, siendo el método llevado a cabo por un dispositivo inalámbrico.

Realización 8. Un nodo de red configurado para programar señales de referencia de seguimiento de fase, PT-RS, conjuntamente con señales de referencia de demodulación, DM-RS, comprendiendo el nodo de red:

circuitería de procesamiento configurada para:
programar la DM-RS en una rejilla de recursos de tiempo-frecuencia en una pluralidad de frecuencias en una misma ranura de tiempo; y
programar la PT-RS en la rejilla de tiempo-frecuencia en una pluralidad de ranuras de tiempo en una misma frecuencia, dependiendo las ranuras de tiempo en las que se programan las PT-RS de una posición de la DM-RS.

Realización 9. El nodo de red según la Realización 8, en donde una densidad temporal de la PT-RS depende de un esquema de modulación y codificación seleccionado.

Realización 10. El nodo de red según cualquiera de las Realizaciones 8 y 9, en donde la densidad temporal es $\frac{1}{2}$.

Realización 11. El nodo de red según cualquiera de las Realizaciones 8-10, en donde la DM-RS es cargada frontalmente de manera simple.

Realización 12. El nodo de red según cualquiera de las Realizaciones 8-10, en donde la DM-RS es cargada frontalmente de manera doble.

Realización 13. Un nodo de red configurado para programar señales de referencia de seguimiento de fase, PT-RS, conjuntamente con señales de referencia de demodulación, DM-RS, comprendiendo el nodo de red:

un módulo de programación de DM-RS configurado para programar la DM-RS en una rejilla de recursos de tiempo-frecuencia en una pluralidad de frecuencias en una misma ranura de tiempo; y
un módulo de programación de PT-RS configurado para programar la PT-RS en la rejilla de tiempo-frecuencia en una pluralidad de ranuras de tiempo en una misma frecuencia, dependiendo las ranuras de tiempo en las que se programan las PT-RS de una posición de la DM-RS.

Realización 14. Un dispositivo inalámbrico configurado para programar señales de referencia de seguimiento de fase, PT-RS, conjuntamente con señales de referencia de demodulación, DM-RS, comprendiendo el dispositivo inalámbrico:

5 circuitería de procesamiento configurada para:

 programar la DM-RS en una rejilla de recursos de tiempo-frecuencia en una pluralidad de
frecuencias en una misma ranura de tiempo; y
10 programar la PT-RS en la rejilla de tiempo-frecuencia en una pluralidad de ranuras de tiempo en
una misma frecuencia, dependiendo las ranuras de tiempo en las que se programan las PT-RS de
una posición de la DM-RS.

15 Realización 15. El nodo de red según la Realización 14, en donde una densidad temporal de la PT-RS depende
de un esquema de modulación y codificación seleccionado.

 Realización 16. El nodo de red según cualquiera de las Realizaciones 14 y 15, en donde la densidad temporal
es $\frac{1}{2}$.

20 Realización 17. El nodo de red según cualquiera de las Realizaciones 14-16, en donde la DM-RS es cargada
frontalmente de manera simple.

 Realización 18. El nodo de red según cualquiera de las Realizaciones 14-16, en donde la DM-RS es cargada
frontalmente de manera doble.

25 Realización 19. Un dispositivo inalámbrico configurado para programar señales de referencia de seguimiento de
fase, PT-RS, conjuntamente con señales de referencia de demodulación, DM-RS, comprendiendo el dispositivo
inalámbrico:

 un módulo de programación de DM-RS configurado para programar la DM-RS en una rejilla de recursos
de tiempo-frecuencia en una pluralidad de frecuencias en una misma ranura de tiempo; y
30 un módulo de programación de PT-RS configurado para programar la PT-RS en la rejilla de tiempo-
frecuencia en una pluralidad de ranuras de tiempo en una misma frecuencia, dependiendo las ranuras de
tiempo en las que se programan las PT-RS de una posición de la DM-RS.

35 Explicación de abreviaturas

3GPP	Proyecto de Asociación de Tercera Generación
eNB	Nodo B Mejorado
CRS	Señal de Referencia Específica de Célula
DM-RS	Señal de Referencia de Demodulación
40 DCI	Información de Control de Enlace Descendente
LTE	Evolución a Largo Plazo
MIMO	Múltiple Entrada, Múltiple Salida
PT-RS	Señal de Referencia de Seguimiento de Fase
RS	Señal de Referencia
45 TM	Modo de Transmisión
TTI	Intervalo de Tiempo de Transmisión
UE	Equipo de Usuario
URLLC	Comunicaciones ultrafiabiles de baja latencia
50 WD	Dispositivo Inalámbrico

Como apreciará un experto en la técnica, los conceptos descritos en el presente documento pueden realizarse como un método, un sistema de procesamiento de datos, y/o un producto de programa informático. Por consiguiente, los conceptos descritos en el presente documento pueden adoptar la forma de una realización enteramente en *hardware*, una realización enteramente en *software* o una realización que combine aspectos de *software* y *hardware* denominados todos ellos en general "circuito" o "módulo" en el presente documento. Además, la divulgación puede adoptar la forma de un producto de programa informático en un medio de almacenamiento tangible utilizable en un ordenador, que tenga un código de programa informático realizado en el medio que pueda ser ejecutado por un ordenador. Puede utilizarse cualquier medio tangible legible por ordenador adecuado, incluyendo discos duros, CD-ROM, dispositivos de almacenamiento electrónicos, dispositivos de almacenamiento ópticos o dispositivos de almacenamiento magnéticos.

En el presente documento se describen algunas realizaciones con referencia a ilustraciones de diagrama de flujo y/o diagramas de bloques de métodos, sistemas y productos de programa informático. Se entenderá que cada bloque de las ilustraciones de diagrama de flujo y/o de los diagramas de bloques, y las combinaciones de bloques en las ilustraciones de diagrama de flujo y/o en los diagramas de bloques, puede o pueden implementarse mediante instrucciones de programa informático. Estas instrucciones de programa informático pueden proporcionarse a un

procesador de un ordenador universal (para crear un ordenador especializado), un ordenador especializado u otro aparato de procesamiento de datos programable para producir una máquina, de tal manera que las instrucciones, que se ejecutan a través del procesador del ordenador o del otro aparato de procesamiento de datos programable, creen medios para implementar las funciones/acciones especificadas en el bloque o los bloques del diagrama de flujo y/o del diagrama de bloques.

Estas instrucciones de programa informático pueden también almacenarse en una memoria o medio de almacenamiento legible por ordenador que pueda dirigir un ordenador u otro aparato de procesamiento de datos programable para que funcione de una manera concreta, de tal forma que las instrucciones almacenadas en la memoria legible por ordenador produzcan un artículo fabricado que incluya medios de instrucción que implementen la función/acción especificada en el bloque o los bloques del diagrama de flujo y/o del diagrama de bloques.

Las instrucciones de programa informático pueden también cargarse en un ordenador u otro aparato de procesamiento de datos programable para hacer que se lleven a cabo una serie de etapas operativas en el ordenador o el otro aparato programable para producir un proceso implementado por ordenador de tal manera que las instrucciones que se ejecutan en el ordenador o el otro aparato programable proporcionen etapas para implementar las funciones/acciones especificadas en el bloque o los bloques del diagrama de flujo y/o del diagrama de bloques.

Debe entenderse que las funciones/acciones indicadas en los bloques pueden producirse fuera del orden indicado en las ilustraciones de funcionamiento. Por ejemplo, dos bloques mostrados en sucesión pueden de hecho ejecutarse de manera sustancialmente simultánea o los bloques pueden a veces ejecutarse en orden inverso, dependiendo de la funcionalidad/las acciones involucradas. Aunque algunos de los diagramas incluyen flechas en vías de comunicación para mostrar una dirección principal de comunicación, debe entenderse que la comunicación puede producirse en dirección opuesta a las flechas representadas.

El código de programa informático para llevar a cabo operaciones de los conceptos descritos en el presente documento puede escribirse en un lenguaje de programación orientado al objeto, tal como Java® o C++. Sin embargo, el código de programa informático para llevar a cabo operaciones de la divulgación también puede escribirse en lenguajes de programación procedurales convencionales, tales como el lenguaje de programación "C". El código de programa puede ejecutarse enteramente en el ordenador del usuario, parcialmente en el ordenador del usuario, como un paquete de *software* autónomo, parcialmente en el ordenador del usuario y parcialmente en un ordenador remoto o enteramente en el ordenador remoto. En este último escenario, el ordenador remoto puede conectarse al ordenador del usuario a través de una red de área local (LAN, por sus siglas en inglés) o una red de área amplia (WAN, por sus siglas en inglés), o la conexión puede realizarse a un ordenador externo (por ejemplo a través de Internet utilizando un Proveedor de Servicios de Internet).

En el presente documento se han divulgado muchas realizaciones diferentes, en conexión con la descripción anterior y los dibujos. Se entenderá que sería excesivamente repetitivo y ofuscante describir e ilustrar literalmente cada combinación y subcombinación de estas realizaciones. Por consiguiente, todas las realizaciones pueden combinarse de cualquier manera y/o en cualquier combinación, y debe interpretarse que la presente especificación, incluyendo los dibujos, constituye una descripción escrita completa de todas las combinaciones y subcombinaciones de las realizaciones descritas en el presente documento, y de la manera y el proceso para realizarlas y utilizarlas, y respaldará reivindicaciones con respecto a cualquiera de tales combinaciones o subcombinaciones.

Los expertos en la técnica apreciarán que las presentes realizaciones no están limitadas a lo que se ha mostrado y descrito en concreto anteriormente en el presente documento. Además, a no ser que anteriormente se haya hecho mención de lo contrario, hay que señalar que ninguno de los dibujos adjuntos está a escala. A la luz de las enseñanzas anteriores son posibles diversas modificaciones y variaciones sin apartarse del alcance de las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para el uso en un dispositivo inalámbrico (14, 16) en un sistema de comunicación inalámbrico para transmitir una señal de referencia de seguimiento de fase, PT-RS, comprendiendo el método:
- 10 obtener (S120) información sobre una posición en un dominio del tiempo de una primera señal de referencia de demodulación, DM-RS, programada en una ranura; y
transmitir (S122) los símbolos PT-RS dentro de la ranura, dependiendo la posición de los símbolos PT-RS de la posición en el dominio del tiempo de la primera DM-RS programada, comprendiendo el método además:
- 15 obtener información sobre una posición de un primer símbolo de tiempo en una ranura programado para la transmisión de datos; y
obtener información sobre una posición de un último símbolo de tiempo en la ranura programado para la transmisión de datos.
2. El método según la reivindicación 1, en donde la obtención comprende o recibir información sobre la posición en el dominio del tiempo o determinar la posición en el dominio del tiempo de la primera DM-RS programada.
- 20 3. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, que además comprende:
- obtener información que indique un esquema de modulación y codificación, MCS, programado; y
transmitir la PT-RS con una densidad temporal sobre la base del MCS programado.
- 25 4. El método según la reivindicación 3, en donde la densidad temporal es 1, $\frac{1}{2}$ o $\frac{1}{4}$.
5. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que además comprende:
- 30 establecer una correspondencia de los símbolos PT-RS con respecto a elementos de recurso, RE, en la ranura sobre la base de uno o más de los siguientes: una posición de la primera DM-RS programada, un MCS programado, una densidad temporal requerida, una posición del primer símbolo de tiempo programado para la transmisión de datos y una posición del último símbolo de tiempo programado para la transmisión de datos.
- 35 6. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde la primera DM-RS se programa en elementos de recurso, RE, que abarcan una pluralidad de subportadoras en frecuencia y al menos un símbolo de tiempo de la ranura en tiempo, mientras que la PT-RS es o transmitida o recibida en RE que abarcan al menos una subportadora en frecuencia y múltiples símbolos de tiempo de la ranura en tiempo.
- 40 7. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde un bloque de recursos físicos, PRB, de la ranura tiene 12 subportadoras en el dominio de la frecuencia y 12 o 14 símbolos de tiempo en el dominio del tiempo.
8. Un dispositivo inalámbrico (14, 16) para un sistema de comunicación inalámbrico configurado para transmitir una señal de referencia de seguimiento de fase, PT-RS, comprendiendo el dispositivo inalámbrico (14, 16):
- 45 circuitería (22, 42) de procesamiento configurada para:
obtener información sobre una posición en un dominio del tiempo de una primera señal de referencia de demodulación, DM-RS, programada en una ranura; y transmitir los símbolos PT-RS dentro de la ranura, dependiendo la posición de los símbolos PT-RS de la posición en el dominio del tiempo de la primera DM-RS programada, estando la circuitería de procesamiento configurada además para:
- 50 obtener información sobre una posición de un primer símbolo de tiempo en una ranura programado para la transmisión de datos; y
obtener información sobre una posición de un último símbolo de tiempo en la ranura programado para la transmisión de datos.
- 55 9. El dispositivo inalámbrico (14, 16) según la reivindicación 8, en donde la obtención comprende o recibir o determinar información sobre la posición en el dominio del tiempo de la primera DM-RS programada.
10. El dispositivo inalámbrico (14, 16) según cualquiera de las reivindicaciones 8-9, en donde la circuitería de procesamiento está configurada además para:
- 60 obtener información que indique un esquema de modulación y codificación, MCS, programado; y
transmitir la PT-RS con una densidad temporal sobre la base del MCS programado.
11. El dispositivo inalámbrico (14, 16) según la reivindicación 10, en donde la densidad temporal es 1, $\frac{1}{2}$ o $\frac{1}{4}$.

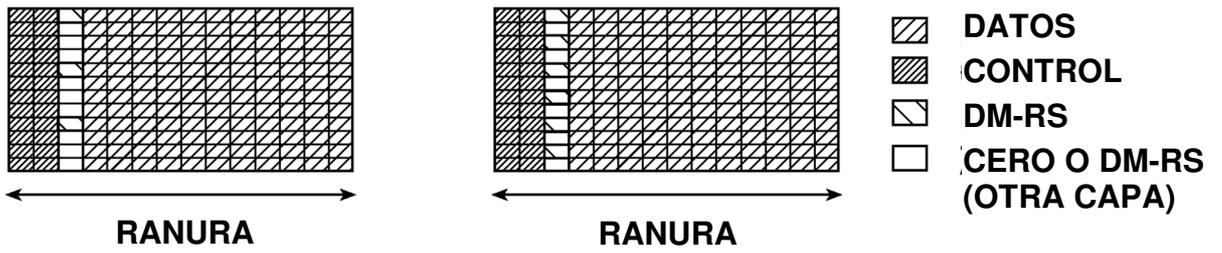


FIG. 1

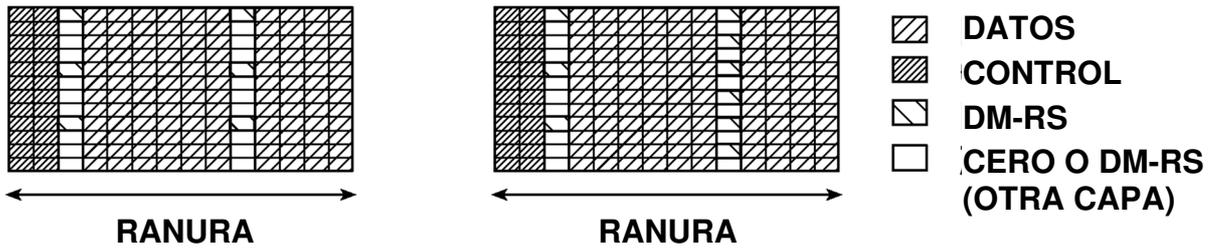


FIG. 2

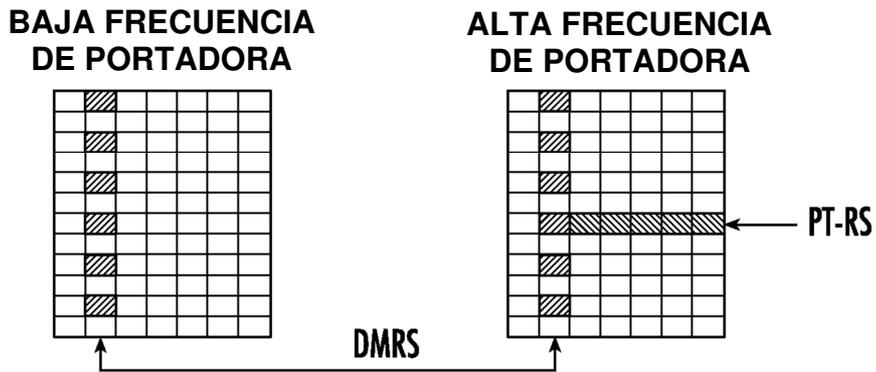


FIG. 3

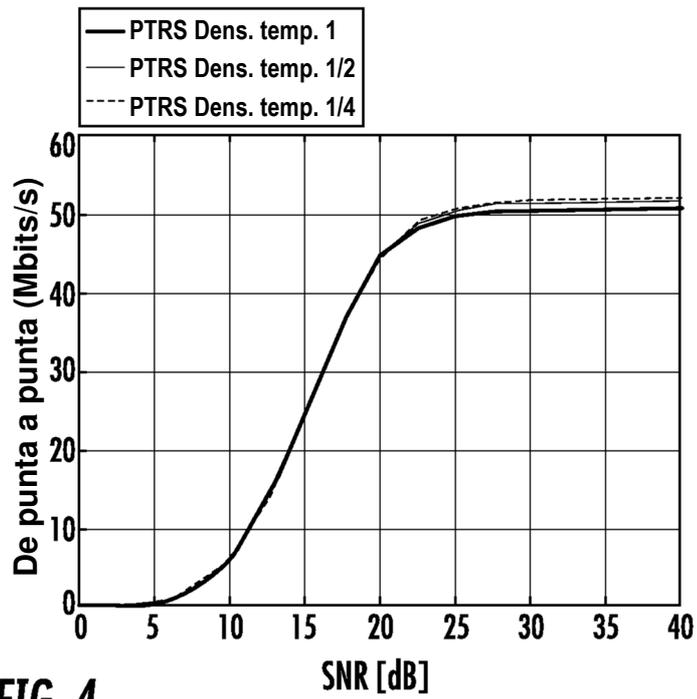


FIG. 4

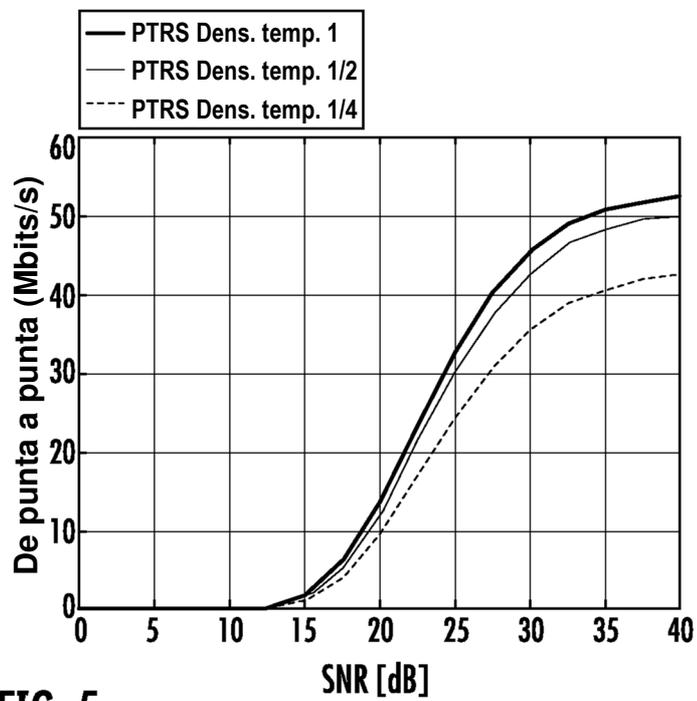


FIG. 5

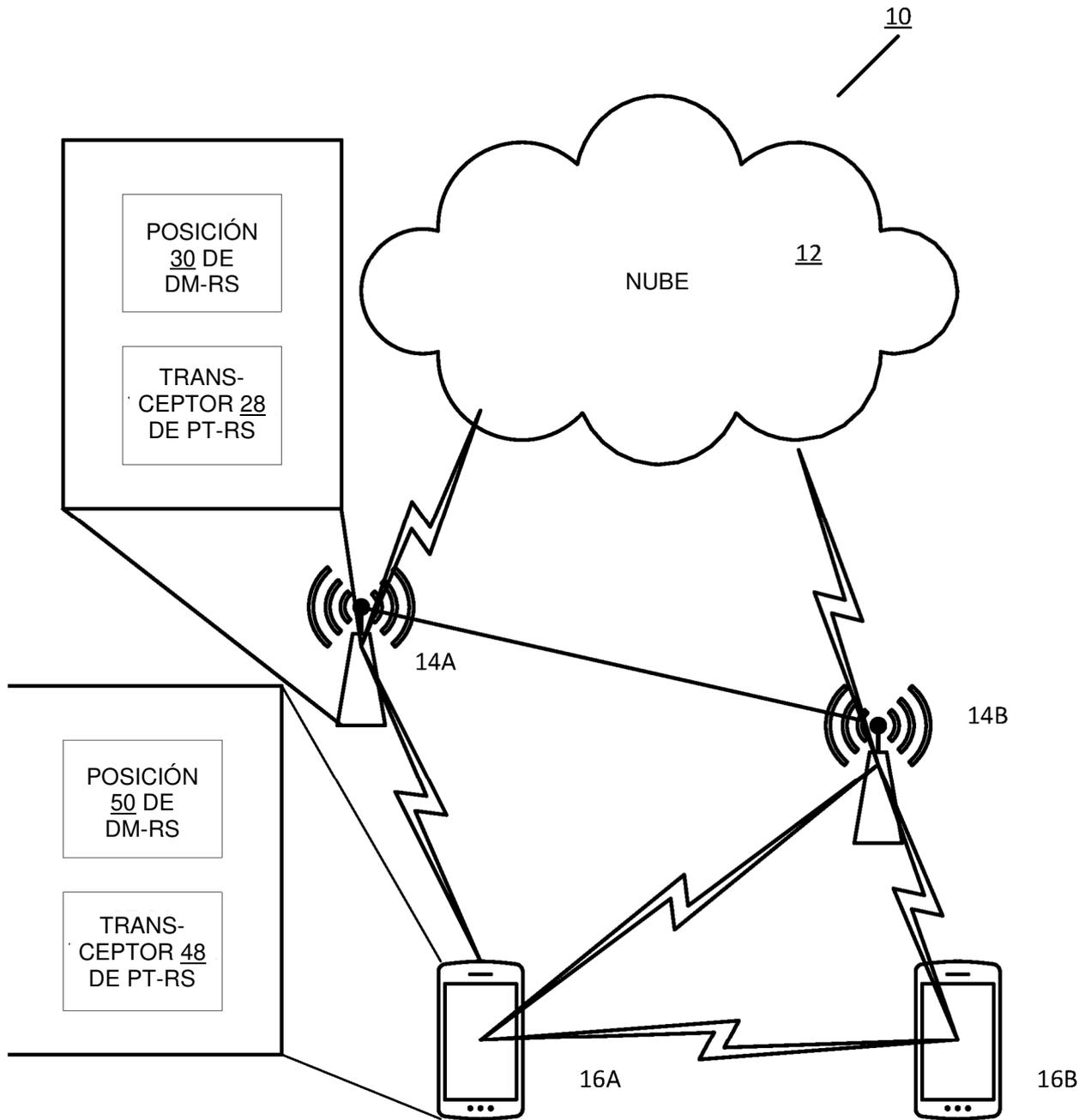


FIG. 6

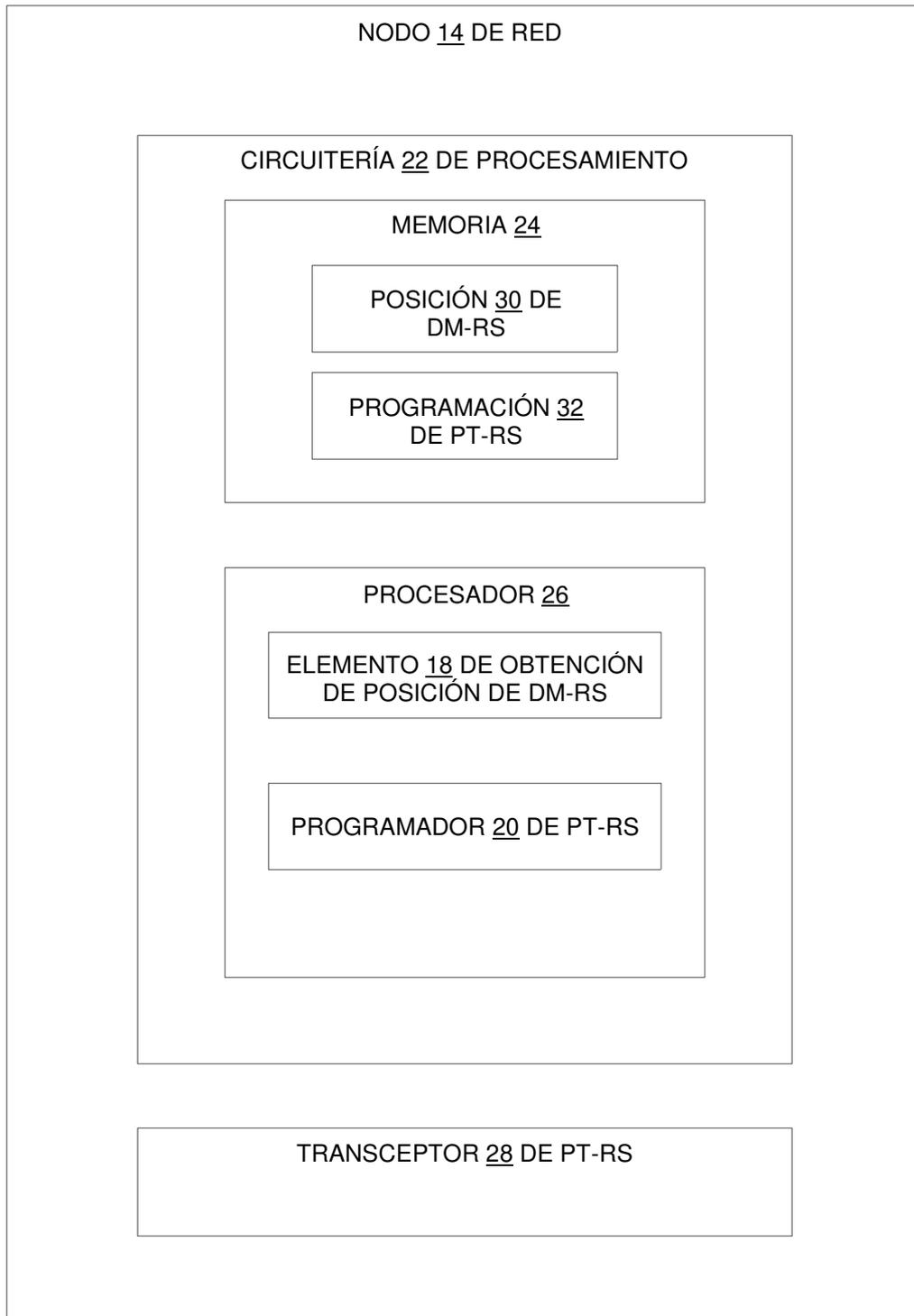


FIG. 7

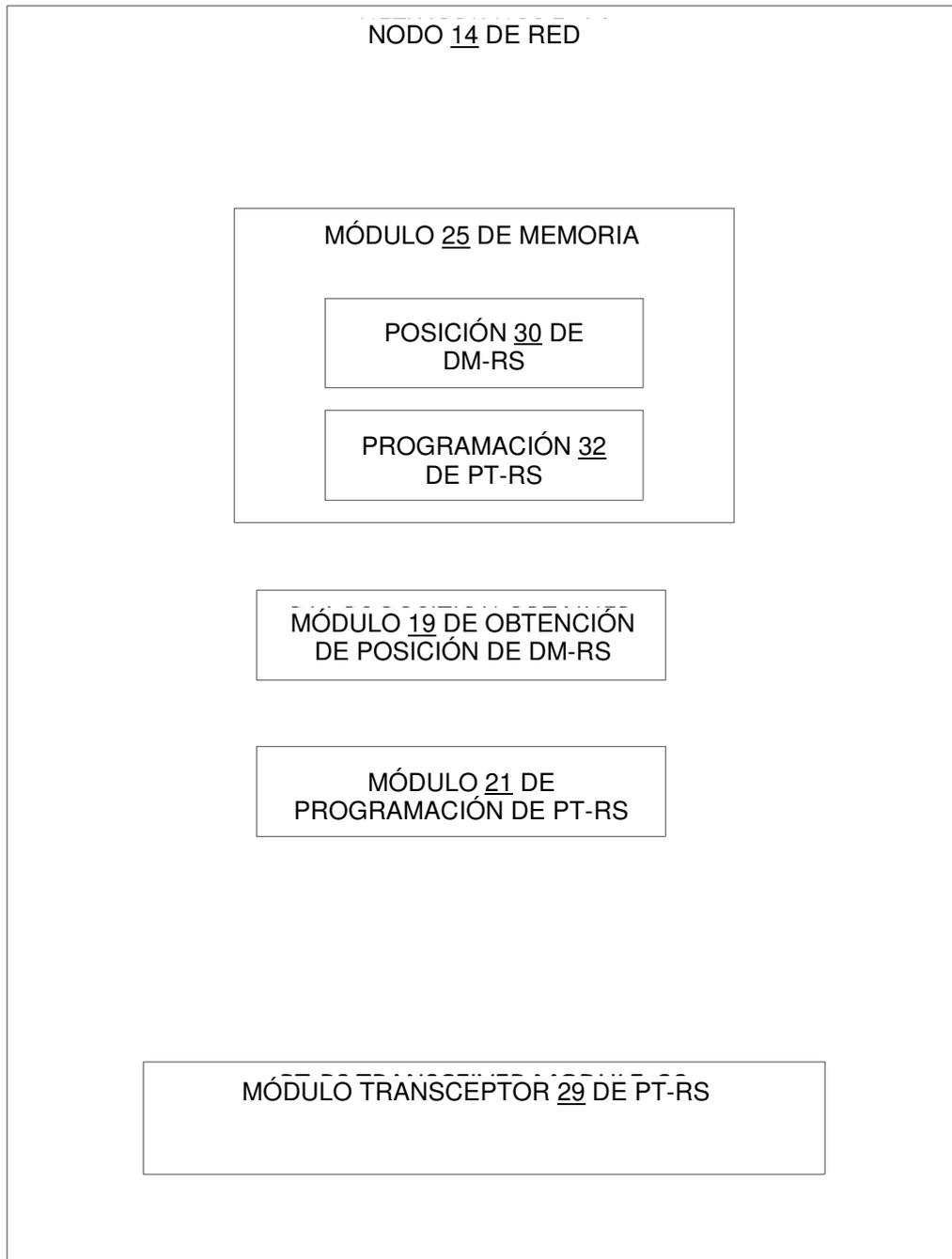


FIG. 8



FIG. 9

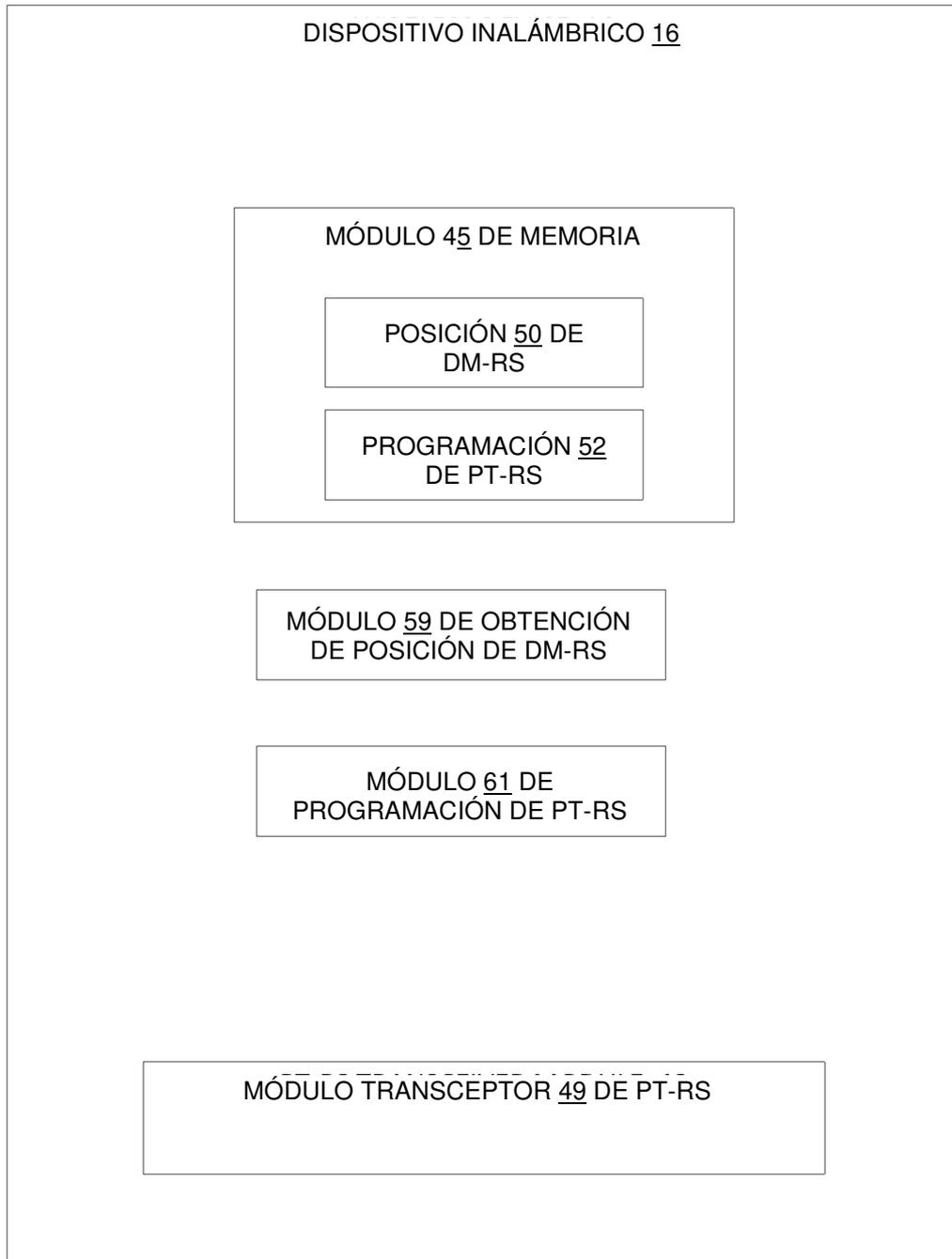


FIG. 10

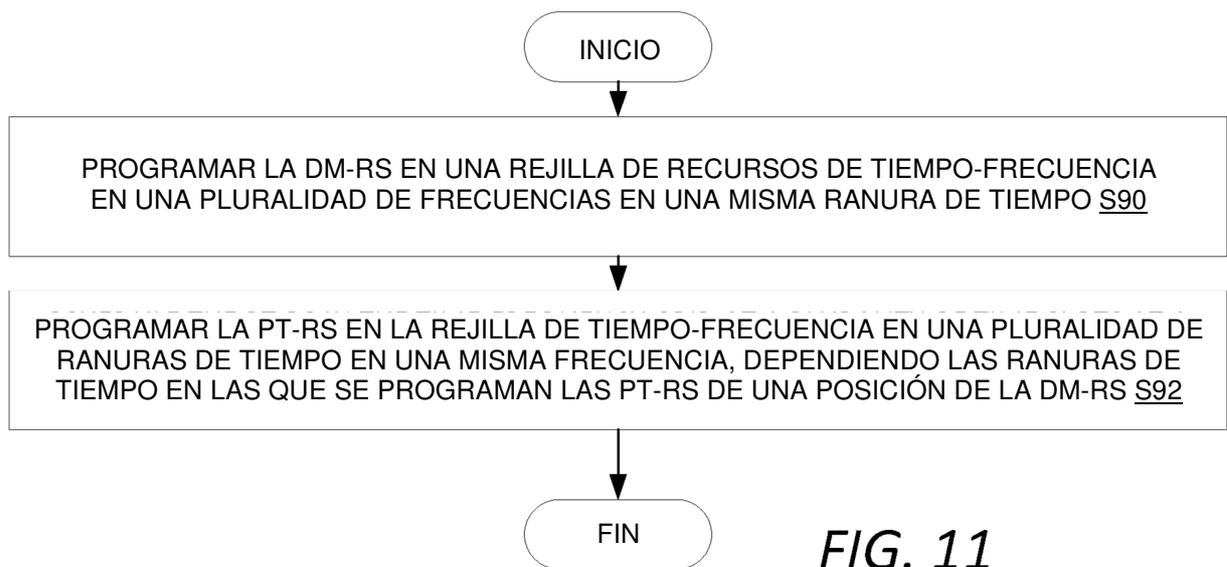


FIG. 11

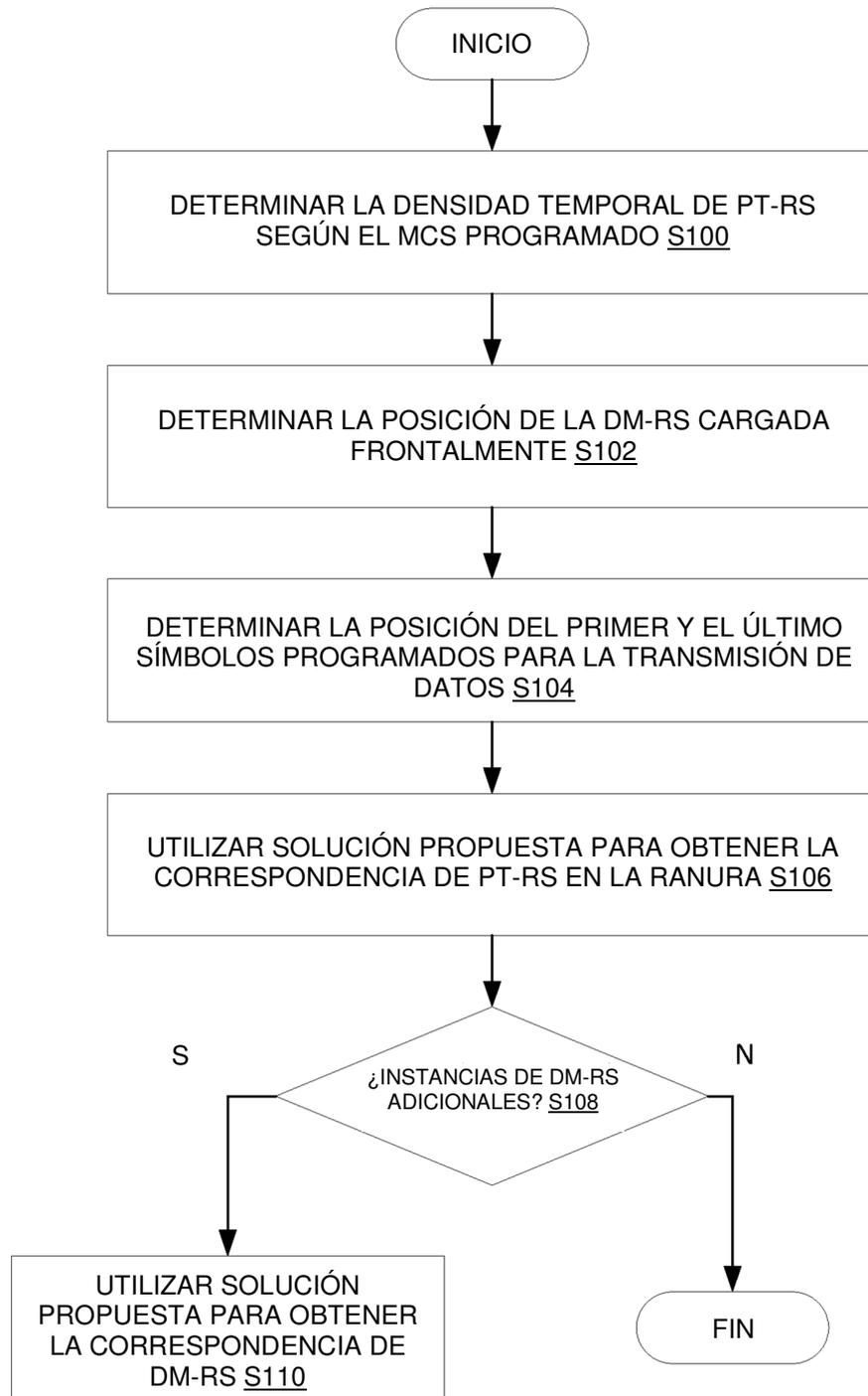


FIG. 12

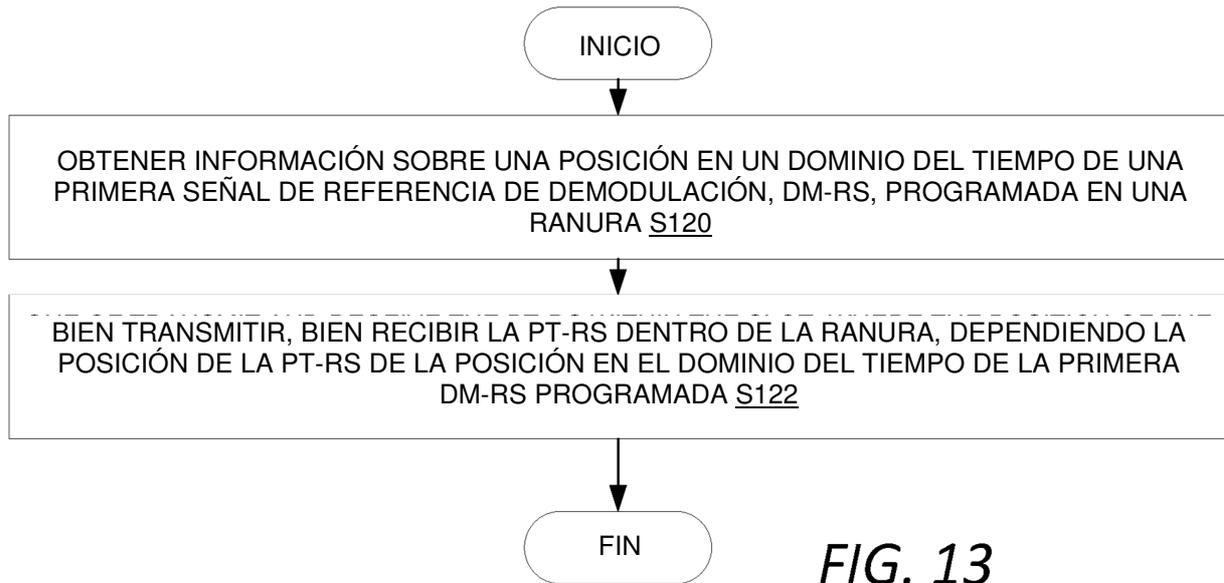


FIG. 13

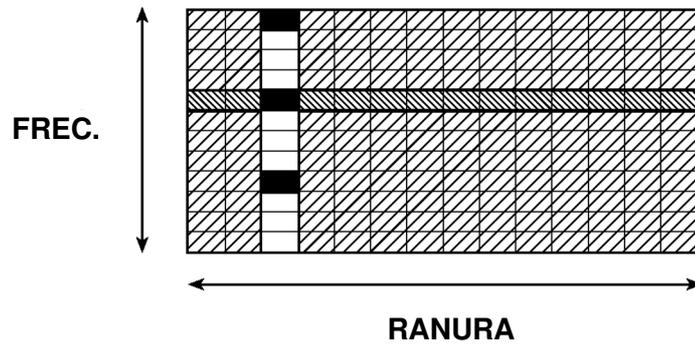


FIG. 14

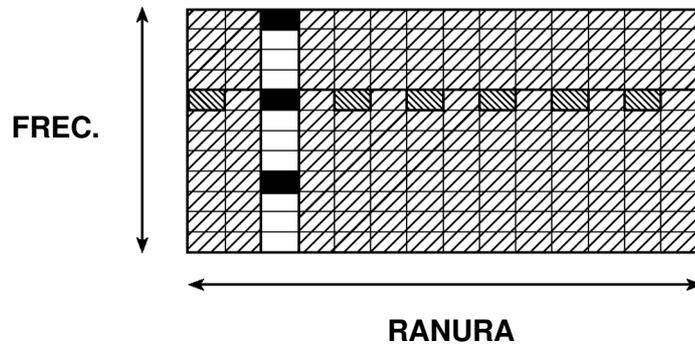


FIG. 15

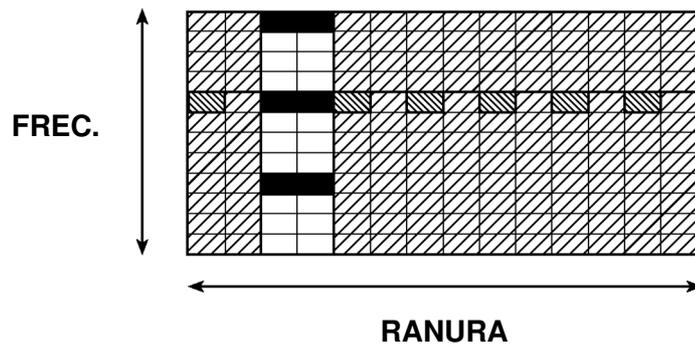


FIG. 16

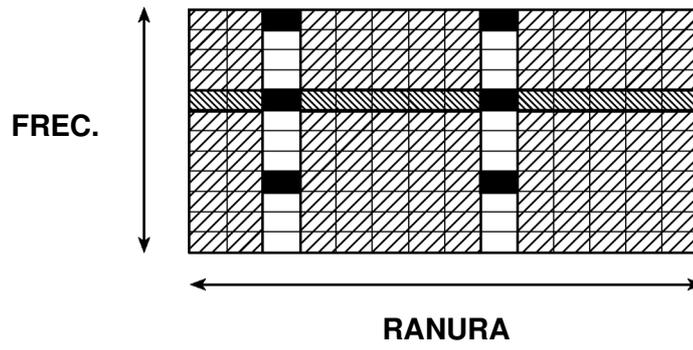


FIG. 17

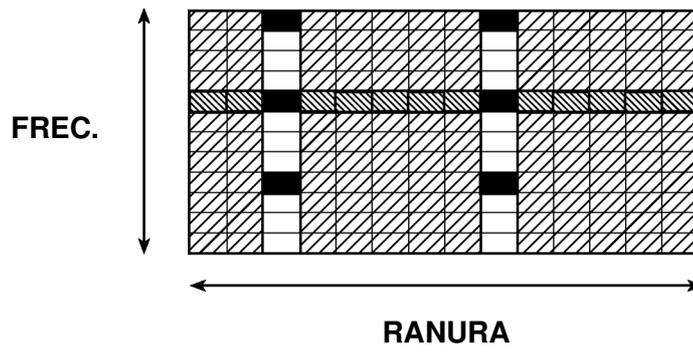


FIG. 18