

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 752 142**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/04** (2007.01)

**H04B 7/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.09.2013 PCT/EP2013/069377**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14048813**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2013 E 13766004 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 2901568**

54 Título: **Realimentación de información de estado de canal no basada en libro de códigos**

30 Prioridad:

**27.09.2012 US 201213628239**

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

**03.04.2020**

73 Titular/es:

**HMD GLOBAL OY (100.0%)**

**Karaportti 2**

**02610 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**LUNTTILA, TIMO, ERKKI;**

**WANG, XIAOYI y**

**YANG, WEIDONG**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 752 142 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**

Realimentación de información de estado de canal no basada en libro de códigos

5 Campo técnico

Las realizaciones ejemplares y no limitantes de esta invención se refieren en general a comunicaciones inalámbricas y más específicamente a uso de realimentación de información no basada en libro de códigos de estado de canal (por ejemplo, en sistemas inalámbricos de LTE).

10 Antecedentes de la técnica

Las siguientes abreviaturas que pueden hallarse en la memoria descriptiva y/o las figuras de dibujo se definen como sigue:

15

3GPP	proyecto de asociación de tercera generación
BLER	tasa de errores de bloque
CDM	múltiplex por división de código (multiplexado)
CoMP	multi-punto coordinado
CQI	indicador de calidad de canal
CRS	señal de referencia (célula específica) común
CSI	información de estado de canal
CSI-RS	señal de referencia de información de estado de canal
DL	enlace descendente
DM RS	señal de referencia de demodulación (específica de usuario)
EPDCCH	Canal de Control de Enlace Descendente Físico mejorado
E-UTRA	acceso por radio terrestre universal evolucionado
eNB, eNodo B	Nodo B evolucionado /estación base en un sistema de E-UTRAN
E-UTRAN	UTRAN evolucionada (LTE)
HARQ	solicitud de repetición automática híbrida
LTE	evolución a largo plazo
LTE-A	evolución a largo plazo avanzada
MCS	esquema de modulación y codificación
MIMO	múltiple entrada múltiple salida
MU	multi usuario
PRB	bloque de recurso físico
PDCCH	canal de control de enlace descendente físico
PDSCH	canal compartido de enlace descendente físico
PUCCH	canal de control de enlace ascendente físico
PUSCH	canal compartido de enlace ascendente físico
PMI	índice de matriz de precodificación
PMI-RS	señal de referencia de indicador de matriz de precodificación (RS precodificada para selección de PMI)
RAN	red de acceso de radio
RI	índice de clasificación
RRC	control de recursos de radio
SIB	bloque de información de sistema
SNR	relación de señal a ruido
SINR	relación de señal a interferencia más ruido
TB	bloque de transporte
TBS	tamaño de bloque de transporte
TDD	duplexación por división en el tiempo
TTI	intervalo de tiempo de transmisión

UE	equipo de usuario
UL	enlace ascendente
UTRAN	red de acceso por radio terrestre universal
WG	grupo de trabajo

5 Las técnicas de MIMO de múltiples antenas tales como precodificación de bucle cerrado y CoMP han recibido una multitud de atención en el 3GPP durante muchos años. Un aspecto de diseño clave en todas las características relacionadas con MIMO de bucle cerrado es la realimentación de información de estado de canal (CSI) que consiste en uno o más de CQI, PMI y RI y que están proporcionados por el UE que ayuda al eNodo B a seleccionar los parámetros de transmisión de modo que se maximiza el caudal de datos.

10 La parte principal de cualquiera de las mejoras de MIMO de DL ha sido el diseño de libro de códigos de precodificación y la correspondiente señalización de realimentación proporcionada al eNodo B por el UE. Un libro de códigos contiene un conjunto de matrices de precodificación que definen los pesos de coeficientes de antena del eNodo B. Basándose en las señales de referencia de DL tal como CRS o CSI-RS el UE puede identificar el precodificador de un libro de códigos dado (es decir, conjunto de pesos de antena de eNodo B) que maximizarían la calidad de señal y en consecuencia el caudal de datos. El índice de la matriz precodificadora (PMI) se realimenta del UE al eNB como una recomendación para el precodificador.

15 Además, el MU-MIMO de DL recibe un interés considerable y también estará en el núcleo de las mejoras de realimentación de UE: un problema clave actualmente bajo consideración es cómo diseñar realimentación de UE eficaz y unificada en el soporte de tanto DL SU- como MU-MIMO que es probable que se vinculen intrínsecamente juntos dentro del mismo modo de transmisión de DL. Cuando se tiene como objetivo mejorar el rendimiento de sistema en las Liberaciones de 3GPP de LTE, la precisión y granularidad del libro de códigos y su capacidad de adecuación al escenario de interés tienden a convertirse en problemas clave en el análisis.

20 El problema relacionado con la normalización de libro de códigos es que el libro de códigos óptimo depende del escenario, es decir, configuración de antena de eNodo B. Los factores que impactan el diseño de libro de códigos óptimo y la aplicabilidad del libro de códigos a diferentes escenarios incluyen al menos las siguientes consideraciones:

- un número de antenas de transmisión de eNodo B (por ejemplo 2, 4, 8...),
- espaciado entre elementos de antena (espaciado de manera estrecha, antenas correlacionadas frente a, por ejemplo, sistemas de antenas distribuidos),
- 30 • polaridad de las antenas (polarización lineal o cruzada), y
- distribución de las configuraciones de antena (conjunto lineal uniforme, conjunto circular, etc.).

35 Recientemente ha habido un análisis creciente sobre nuevos escenarios donde los libros de código existentes parecen ser bastante subóptimos que incluyen:

- sistemas de antenas distribuidos, donde el espaciado entre algunas de las antenas puede ser significativo,
- MIMO masivo donde el número de antenas podría ser 16 o más,
- formación de haces vertical, donde los objetivos de precodificación además del dominio horizontal son también los componentes verticales, etc.

40 Una diversidad de escenarios de despliegue hacen la normalización de libro de códigos muy difícil, puesto que como se analiza en el presente documento, el libro de códigos óptimo para un escenario puede resultar subóptimo para otro escenario. La experiencia de la norma de la normalización 3GPP es que la normalización del libro de códigos es un ejercicio que consume mucho tiempo que tiende a conducir a compromisos que no están optimizados completamente para cualquier escenario.

45 Además, la realimentación basada en libro de códigos da como resultado una granularidad fija de conocimiento de CSI en el lado del eNodo B, puesto que el UE puede únicamente seleccionar el precodificador recomendado (PMI) de un libro de códigos dado. Eso de nuevo hace difícil ajustar la realimentación de CSI a diferentes tipos de entornos. Por ejemplo, en un entorno de radio plano típico es suficiente una granularidad basta, mientras que en un entorno con múltiples rutas ricas, es necesaria una alta granularidad. Con un tamaño fijo, el libro de códigos no puede dar como resultado realmente una granularidad variable y ajustarse a diferentes escenarios.

50 Por otra parte, la operación de MIMO de LTE se ha desarrollado finalmente en la dirección donde se han utilizado intensamente señales de referencia de demodulación específicas (RS de DM) de UE. Con la RS de DM la precodificación que utiliza el eNodo B es transparente para el UE. El precodificador que el eNodo B puede usar no necesita señalizarse al UE, en su lugar el eNodo B puede elegir los pesos de antena sea cual sea lo que quiera. El libro de códigos es solo para el fin de la realimentación de CSI como una recomendación de UE al eNodo B. Sin embargo, en la práctica el eNodo B normalmente no tiene otra información en la que basar la selección de precodificador y por lo tanto debe conformarse con seleccionar el codificador de un libro de códigos normalizado, que

puede ser subóptimo.

En LTE 3GPP Versión 10 se propusieron libros de código descargables por algunas compañías. La idea principal es que el eNodo B podría configurar cualquier libro de códigos para que el UE genere PMI/RI/CQI (por ejemplo, podría haber varios libros de códigos normalizados y el eNodo B señalaría una indicación de cuál asumiría el UE). LA intención es optimizar el rendimiento de MIMO usando diferentes libros de código para diferentes escenarios. Sin embargo, tal propuesta no se aceptó en el 3GPP para su Liberación 10. Las desventajas principales son como sigue:

1. La implementación de selección de PMI de UE debe ser suficiente flexible para permitir todos los tipos de libros de códigos configurados por el eNodo B, que requiere complejidad adicional;
2. El error de configuración de libro de código reduce la robustez del esquema;
3. Múltiples escenarios dan como resultado un gran número de libros de código para diseñar requiriendo de esta manera esfuerzo de normalización significativo.

El documento US 2010/0323684 A1 desvela una técnica para proporcionar requisitos de transparencia de retransmisión, que incluye diversos esquemas para el uso de una señal de referencia de enlace descendente para retransmisiones de Tipo II. En un primer esquema, el nodo retransmisor, así como el nodo de acceso pueden transmitir una Señal de Referencia Común (CRS) a una pluralidad de agentes de usuario. En un segundo esquema, el nodo retransmisor puede transmitir una señal de referencia especializada (DRS) a uno de los agentes de usuario. Como alternativa, el nodo retransmisor puede transmitir una DRS al agente de usuario para demodulación de señal y una señal de referencia de información de estado de canal (RS de CSI) para medición de canal.

Son conocidos adicionalmente antecedentes de la técnica del documento US 2012/0033630 A1 relacionados con una técnica para transmitir una señal de referencia, y el documento US 2010/0303034 A1 relacionados con formación de haces de capa dual en redes celulares.

#### Sumario

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un método, como se define en la reivindicación independiente 1.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método, como se define en la reivindicación independiente 6.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se proporciona un aparato, como se define en la reivindicación independiente 12.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención, se proporciona un aparato, como se define en la reivindicación independiente 13.

Los desarrollos y/o modificaciones adicionales de la invención se definen en respectivas reivindicaciones dependientes, que incluyen un medio legible por ordenador, como se define en la reivindicación 14.

#### Breve descripción de los dibujos:

Para un mejor entendimiento de la naturaleza y objetos de las realizaciones de la invención, se hace referencia a la siguiente descripción detallada tomada en conjunto con los siguientes dibujos, en los que:

La Figura 1 es un diagrama en un dominio de frecuencia-tiempo que demuestra mapeo de RE de puerto de PMI-RS en un par de PRB, de acuerdo con una realización ejemplar de la invención;

La Figura 2 es un diagrama de flujo que demuestra realizaciones ejemplares de la invención realizadas por un eNB;

La Figura 3 es un diagrama de flujo que demuestra realizaciones ejemplares de la invención realizada por un UE;

y La Figura 4 es un diagrama de bloques de dispositivos inalámbricos de LTE para poner en práctica realizaciones ejemplares de la invención.

#### Descripción detallada

Se presenta un nuevo método, aparatos, y producto relacionado de software (por ejemplo, una memoria legible por ordenador) para usar realimentación de CSI no basada en libro de códigos (por ejemplo, en sistemas inalámbricos de LTE) usando selección por un UE de uno o más de la pluralidad de puertos de antena lógicos basándose en un procedimiento predefinido (por ejemplo, medición de SNR o SINR), pero sin seleccionar cualquier palabra de código (precodificador) o el UE. Esto permite no implicar cualquier normalización de libros de códigos para precodificación debido a la dependencia de una estructura de realimentación de CSI alternativa que no se basa en libros de códigos normalizados. Las realizaciones ejemplares descritas en el presente documento tienen como objetivo el despliegue

de 3GPP LTE Versión-12.

De acuerdo con una realización de la invención, un elemento de red (por ejemplo, eNB) puede enviar a un UE para una realimentación de CSI señal/señales de referencia precodificadas (PRS) tal como la señal o señales de referencia de indicador de matriz de precodificación (PMI-RS) que corresponde a una pluralidad de puertos de antena lógicos con una palabra de código (asignada por el eNB) para cada uno de la pluralidad de puertos de antena lógicos, y una indicación de índices de una pluralidad de puertos de antena lógicos, correspondiendo cada índice de estos índices a uno o más de la pluralidad de puertos de antena lógicos. Esta señal/señales de referencia se denominan a continuación como PMI-RS.

En respuesta, el UE puede seleccionar uno o más de la pluralidad de puertos de antena lógicos basándose en un procedimiento predefinido, por ejemplo, basándose en mediciones de relación de señal a ruido (SNR) o relación de señal a interferencia más ruido (SINR) pero sin seleccionar ninguna palabra de código (precodificador), de modo que el UE puede enviar la selección al elemento de red. Por lo tanto, el elemento de red puede recibir del UE un informe (o informe de realimentación) que comprende información sobre uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos/elegidos por el equipo de usuario, comprendiendo la información uno o más de los índices y correspondientes uno o más indicadores de calidad de canal para el uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos.

Basándose en la información de CQI de realimentación recibida (comprendida en el informe del UE), el elemento de red puede usar adicionalmente la información de puerto de antena lógico seleccionado (usando una palabra de código asignada por el eNB para cada uno del uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos) para transmitir datos al UE (por ejemplo, en el PDSCH) para maximizar el caudal del canal.

Además, de acuerdo con las realizaciones ejemplares, una estructura de realimentación de CSI no basada en libro de códigos descrita en el presente documento puede comprender los siguientes componentes.

En una parte de enlace descendente (DL), el elemento de red tal como el eNB puede transmitir varias señales de referencia precodificadas (RS) para fines de realimentación de CSI. Los puertos de PMI-RS pueden corresponder a, por ejemplo, puertos de antena de CSI-RS, es decir, no hay necesidad de definir nuevas señales de referencia de DL físicas. Cada puerto PMI-RS puede corresponder a un precodificador, es decir, un haz.

Supóngase que hay  $M$  antenas físicas en el eNB, y  $N$  puertos de antena lógicos (puerto de PMI-RS) definidos para la realimentación de CSI. A continuación para un puerto de PMI-RS  $i$ , donde  $i = 1, \dots, N$ , podemos tener un vector  $M \times 1$   $W_i$  aplicado a los  $M$  puertos de antena físicos. ( $W_i$  es el precodificador del puerto de PMI-RS  $i$ ). El eNB puede seleccionar precodificadores para los puertos de PMI-RS (puertos de antena lógicos), que serán completamente transparentes para los UE. De acuerdo con la realización descrita en el presente documento, no es necesario restringir  $W_i$  a algún libro de código existente (normalizado). Por lo tanto, en general el elemento de red (eNB) puede usar nuevas palabras de código (nuevas palabras de código de precodificación), palabras de código (palabras de código de precodificación) del libro de código de la Versión 10 (libro de código convencional) o libro de código o libros de códigos introducidos en versiones de 3GPP posteriores.

Adicionalmente, el eNB puede indicar también al UE (por ejemplo, configurado con señalización de RRC) los índices de los puertos de PMI-RS que el UE debería monitorizar. Los índices pueden corresponder, por ejemplo, a configuración/numeración de puerto de CSI-RS, como se ilustra adicionalmente en realizaciones ejemplares descritas en el presente documento (por ejemplo, véanse las Tablas 1 y 2).

En una parte de enlace ascendente (UL), en respuesta a la PMI-RS, el procedimiento de UE básico puede ser como sigue:

1. El UE puede medir todos los puertos de PMI-RS configurados,
2. El UE puede seleccionar el puerto de PMI-RS preferido o combinación o combinaciones de puerto de PMI-RS, y
3. El UE puede realimentar el índice o índices seleccionados del puerto o puertos de PMI-RS al eNB.

Se observa que la selección de puerto de PMI-RS de acuerdo con la realización descrita en el presente documento puede corresponder a una selección de PMI convencional. Por ejemplo, el UE puede suponer que el precodificador aplicado para el PMI-RS se aplica también para un PDSCH y a continuación seleccionar el puerto de PMI-RS que da como resultado el caudal de PDSCH más grande usando un procedimiento predefinido. Por ejemplo, la selección de puerto de antena lógico (o puerto de PMI-RS) puede estar basada en seleccionar el puerto o puertos de PMI-RS con SINR o SNR más alta. Además, cada puerto de PMI-RS puede corresponder a un flujo de PDSCH, y el UE puede seleccionar más de un puerto de PMI-RS (por ejemplo, una combinación de PMI-RS predefinida) si el UE prefiere tener transmisión de múltiples capas, es decir, teniendo una clasificación de más de un 1.

Por lo tanto, el UE puede realimentar los índices de los puertos de PMI-RS seleccionados como una indicación del precodificador preferido (puesto que el eNB conoce el precodificador usado para cada PMI-RS). El índice podría

corresponder a un puerto de PMI-RS o una combinación de múltiples puertos de PMI-RS y la indexación está configurada por el eNB de antemano como se ha descrito anteriormente.

Adicionalmente, el UE puede también derivar el CQI (es decir, soportado por MCS/TBS) basándose en el puerto o puertos de PMI-RS seleccionados. En el caso de la clasificación > 1, el UE puede realimentar más de un CQI (por ejemplo, dos CQI para la clasificación = 2, tres CQI para la clasificación = 3, etc.), uno para cada bloque de transporte. En otras palabras, en general, la clasificación puede ser igual a n, donde n es un número entero finito de uno o más. Si el UE selecciona múltiples puertos de PMI-RS (con clasificación >1), el cálculo de CQI puede considerar la interferencia inter-flujo (basándose en la interferencia mutua entre puertos de PMI-RS seleccionados). A continuación el CQI que puede realimentarse por el UE al eNB está asociado con el índice/índices del puerto o puertos de PMI-RS seleccionados. De esta manera la estructura de realimentación de CSI existente puede reutilizarse en gran medida mientras se la hace completamente independiente del diseño de libro de códigos. Se presentan ejemplos adicionales en el presente documento que ilustran diferentes aspectos de implementación.

De acuerdo con las realizaciones ejemplares presentadas en el presente documento, la PMI-RS es una nueva señal de referencia, pero puede seguir el diseño de alguna señal de referencia existente tal como CSI-RS. La Figura 1 muestra un ejemplo de puertos de PMI-RS (antena lógica) que se mapean a RE de la misma manera que el mapeo de puertos de CSI-RS: pares de los puertos de PMI-RS se multiplexan juntos usando un código de CDM a través de dos RE adyacentes en el dominio del tiempo. El mapeo de puerto de PMI-RS tiene el mismo patrón que la CSI-RS y en el presente ejemplo se asignan ocho PMI-RS 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18 para corresponder a ocho vectores de precodificación específicos de eNB.

Se analiza una implementación adicional a continuación suponiendo que el eNB comprende 4 antenas de transmisión y el UE comprende 2 receptores y es apto de recepción de capa dual. En primer lugar, el eNB puede configurar 8 PMI-RS para que el UE mida, y transmita 8 PMI-RS al UE, teniendo cada PMI-RS un precodificador diferente seleccionado por eNB como se describe en el presente documento. También dos tablas de mapeo de índice de PMI-RS que corresponden a la clasificación 1 y clasificación 2 pueden estar configuradas de manera separada para el UE por el elemento de red (eNB) como se ilustra en las Tablas 1 y 2, y se señala por el eNB al UE, por ejemplo, usando señalización de RRC. La Tabla 1 es para la clasificación = 1, donde cada uno de los índices 1-8 corresponde a uno único de los puertos de PMI-RS 1-8 (esto requiere 3 bits para cada puerto). La Tabla 2 es para la clasificación = 2, donde cada uno de los índices 1-8 corresponde a combinaciones de puerto de RS [1,3], [2,4], [5,7], [6,8], [1,7], [2,8], [5,3] y [6,4], respectivamente. Se observa adicionalmente que la clasificación de índices puede ser más de dos. Por ejemplo, clasificación = 3 implica que cada índice corresponde a una combinación de 3 puertos de antena lógicas, clasificación = 4 implica que cada índice corresponde a una combinación de 4 puertos de antena lógicas, etc. También la tabla o tablas configuradas por el elemento de red para que el UE pueda tener clasificación "mixta" teniendo índices de diferentes clasificaciones. Esto se demuestra en la Tabla 3 a continuación donde los índices 1-4 tienen una primera clasificación y los índices 5-8 tienen una segunda clasificación.

En otra realización, las tablas como se analiza en el presente documento y se muestran por ejemplo como las Tablas 1-3 a continuación pueden acordarse entre la red y los UE que usan diferentes medios.

En primer lugar, la tabla puede crearse explícitamente y documentarse en la especificación o especificaciones tales como 3GPP TS 36.211/36.213. En otras palabras, la tabla puede acordarse entre la red y los UE de acuerdo con la especificación. También, los índices pueden derivarse implícitamente a través de una expresión analítica (el proceso debería conocerse para tanto el elemento de red como el UE). En un ejemplo, pueden usarse las fórmulas combinatorias como en el mejor esquema de realimentación de M CSI. A continuación para todos los puertos de PMI-RS seleccionados por el UE (puertos de antena lógicas) el UE puede informar los índices de los M puertos de PMI-RS seleccionados usando un índice combinatorio r definido como

$$r = \sum_{i=0}^{M-1} \binom{N-s_i}{M-i}$$

donde el conjunto  $\{s_i\}_{i=0}^{M-1}$ , ( $1 \leq s_i \leq N$ ,  $s_i < s_{i+1}$ ) contiene los M índices de puerto de PMI-RS ordenados y

$$\binom{x}{y} = \begin{cases} \binom{x}{y} & x \geq y \\ 0 & x < y \end{cases}$$

es el coeficiente binomial extendido, que da como resultado la etiqueta única  $r \in \{0, \dots, \binom{N}{M} - 1\}$ .

Como alternativa, la tabla puede señalizarse por el elemento de red (eNB) al o a los UE a través de señalización de RRC, como se analiza en el presente documento, que puede tomar la forma de mensaje de SIB, señalización de RRC especializada, o una combinación de ambas.

Tabla 1. Un ejemplo de indexación de puerto de PMI-RS configurado de eNB con clasificación =1

índice de PMI (para realimentación)	índice de PMI-RS
Índice 1	puerto 1 de PMI-RS
Índice 2	puerto 2 de PMI-RS
...	...
Índice 8	puerto 8 de PMI-RS

Tabla 2. Un ejemplo de indexación de puerto de PMI-RS configurado de eNB con clasificación =2

índice de PMI (para realimentación)	índice de PMI-RS
Índice 1	puerto 1 y 3 de PMI-RS
Índice 2	puerto 2 y 4 de PMI-RS
Índice 3	puerto 5 y 7 de PMI-RS
Índice 4	puerto 6 y 8 de PMI-RS
Índice 5	puerto 1 y 7 de PMI-RS
Índice 6	puerto 2 y 8 de PMI-RS
Índice 7	puerto 5 y 3 de PMI-RS
Índice 8	puerto 6 y 4 de PMI-RS

5 Tabla 3. Un ejemplo de indexación de puerto de PMI-RS configurada de eNB con Clasificación = 1 y Clasificación =2

índice de PMI (para realimentación)	índice de PMI-RS
Índice 1	puerto 1 de PMI-RS
Índice 2	puerto 2 de PMI-RS
Índice 3	puerto 3 de PMI-RS
Índice 4	puerto 4 de PMI-RS
Índice 5	puerto 1 y 3 de PMI-RS
Índice 6	puerto 2 y 4 de PMI-RS
Índice 7	puerto 1 y 2 de PMI-RS
Índice 8	puerto 3 y 4 de PMI-RS

10 A continuación el UE puede derivar/seleccionar PMI-RS (antena lógica) puerto o puertos/clasificación. El UE puede medir todos los puertos de RS configurados y seleccionar el puerto de PMI-RS preferido o combinación de puertos. La selección de puerto se realimenta conjuntamente junto con el o los correspondientes CQI. Únicamente pueden ser necesarios 3 bits para el puerto de PMI-RS realimentado en este ejemplo.

15 De acuerdo con el último RI informado (que indica un número de puertos de antena lógicas seleccionados), el UE puede usar la correspondiente tabla para seleccionar el puerto de PMI-RS preferido o combinación de puertos (de acuerdo con la clasificación). La clasificación seleccionada puede realimentarse en un mensaje de realimentación separado (de manera similar como en las especificaciones de LTE actuales).

20 De acuerdo con una realización adicional, el informe de realimentación puede enviarse por el UE (y recibirse por el eNB) usando un mensaje o como alternativa múltiples mensaje/informes del UE, en el que cada informe puede especializarse, por ejemplo, a información relacionada con únicamente un puerto seleccionado.

25 Se observa adicionalmente que el ejemplo anterior es un ejemplo no limitante, y el número de recursos de PMI-RS puede ser mayor o menor que 8. Ajustar el número de recursos de PMI-RS puede permitir que el eNB realice equilibrio entre granularidad de precodificador y DL (PM I-RS) y/o tara de UL (realimentación). Sin embargo, es sencillo utilizar los formatos de señalización de realimentación de UL actual usando realizaciones de lo descrito en el presente documento variando simplemente el tamaño del campo de PMI.

- Se observa adicionalmente que el 3GPP RAN WG4 define un caso de ensayo CQI/PMI que puede realizarse de una manera similar como en un enfoque convencional que incluye los siguientes elementos (esto es solo un ejemplo que aclara que las realizaciones descritas en el presente documento son factibles también en un sentido que puede definirse también un procedimiento de ensayo que verifica operación de UE correcta): El precodificador del puerto o puertos de PMI-RS seleccionados puede usarse para precodificar PDSCH,
- El eNB puede seleccionar el MCS basándose en el CQI informado, y
- El eNB puede realizar ensayos si la BLER se encuentra en el objetivo (por ejemplo, por debajo del 10 %).

Las ventajas de un enfoque novedoso descritas en diversas realizaciones descritas en el presente documento pueden incluir (pero sin limitación):

1. El ajuste de granularidad de CSI flexible, de modo que el eNB puede tener la flexibilidad al configurar el número de puertos de PMI-RS para conseguir granularidad de CSI precisa o basta que proporciona el mejor equilibrio entre PMI-RS y tara de realimentación y rendimiento de MIMO;
2. Capacidad para personalizar realimentación de MIMO para diferentes escenarios tales como:

- a) El eNB puede seleccionar el precodificador para cada puerto de PMI-RS libremente de una manera óptima sin tener que restringirse a sí mismo a libro de código normalizado,
- b) El UE no necesita intentar diferentes precodificadores para cada puerto de RS, en su lugar, pueden ser suficientes mediciones SNR o SINR sencillas, que dan como resultado complejidad de baja implementación;

3. Las realizaciones descritas son compatibles con la estructura de realimentación de PMI/RI/CQI actual de modo que:

- a) El índice del puerto de PMI-RS o combinación de puertos seleccionada es correspondiente a la realimentación de PMI/RI,
- b) El CQI está asociado con el índice del puerto de PMI-RS seleccionado.

La Figura 2 muestra un diagrama de flujo ejemplar que demuestra la implementación de las realizaciones de la invención por un elemento de red (por ejemplo, eNB). Se observa que el orden de etapas mostrado en la Figura 2 no se requiere absolutamente, por lo que en principio, las diversas etapas pueden realizarse fuera del orden ilustrado. También pueden omitirse ciertas etapas, pueden añadirse o sustituirse diferentes etapas, o pueden realizarse etapas seleccionadas o grupos de etapas en una aplicación separada.

En un método de acuerdo con la realización ejemplar mostrada en la Figura 2, en una primera etapa 40, el elemento de red (eNB) forma señales de referencia precodificadas correspondiendo cada una a una pluralidad de puertos de antena lógicas con una palabra de código (precodificador) para cada uno de la pluralidad de puertos de antena lógicas, y forma adicionalmente la tabla o tablas de índices (por ejemplo, véanse las Tablas 1 y 2 para clasificaciones 1 y 2), en el que cada índice corresponde a uno o más de la pluralidad de puertos de antena lógicas. En una siguiente etapa 42, el elemento de red (eNB) envía a un UE para una realimentación de CSI, correspondiendo las señales de referencia precodificadas a la pluralidad de puertos de antena lógicas y una indicación de índices (es decir, tablas de índices formadas en la etapa 40) de la pluralidad de puertos de antena lógicas, en el que cada índice corresponde a uno o más de la pluralidad de puertos de antena lógicas.

En una siguiente etapa 44, el elemento de red (eNB) recibe del UE un informe que comprende información sobre uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicas, comprendiendo la información uno o más de los índices y que corresponde a uno o más indicadores de calidad de canal para el uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicas (pero no se seleccionan/informan palabras de código por el UE).

En una siguiente etapa 46, el elemento de red (eNB) envía datos al UE usando el uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicas, que corresponden a una palabra de código (precodificador, seleccionado por el eNB en la etapa 40) y el o los MCS seleccionados por el eNB basándose en el o los CQI informados para cada uno del uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicas.

Se observa adicionalmente que de acuerdo con una realización adicional, las etapas 42-46 o 40-46 pueden repetirse, por ejemplo, usando un período de tiempo predefinido.

La Figura 3 muestra un diagrama de flujo ejemplar que demuestra la implementación de las realizaciones de la invención por un UE. Se observa que el orden de etapas mostrado en la Figura 3 no se requiere absolutamente, por lo que en principio, las diversas etapas pueden realizarse fuera del orden ilustrado. También pueden omitirse ciertas etapas, pueden añadirse o sustituirse diferentes etapas, o pueden realizarse etapas seleccionadas o grupos de etapas en una aplicación separada.

En un método de acuerdo con la realización ejemplar mostrada en la Figura 3, en una primera etapa 50, el UE recibe

de un elemento de red tal como el eNB (para proporcionar una realimentación de CSI) señales de referencia precodificadas correspondiendo cada una a una pluralidad de puertos de antena lógicos, y una indicación de índices (por ejemplo, véanse las Tablas 1 y 2 para clasificación 1 y 2) de una pluralidad de puertos de antena lógicos, en el que cada índice de los índices corresponde a uno o más de la pluralidad de puertos de antena lógicos.

En una siguiente etapa 52, el UE selecciona uno o más de la pluralidad de puertos de antena lógicos, pero sin seleccionar cualquier palabra de código, basándose en un procedimiento predefinido (por ejemplo, basándose en mediciones de SNR o SINR). En una siguiente etapa 54, el UE envía al elemento de red (eNB) un informe que comprende información sobre uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos, comprendiendo la información uno o más de los índices y que corresponde a uno o más indicadores de calidad de canal para el uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos.

La Figura 4 muestra un ejemplo de un diagrama de bloques que demuestra dispositivos de LTE que incluyen un elemento de red (por ejemplo, eNB) 80 comprendido en una red 100, y un UE 82 que comunica con el eNB 80, de acuerdo con una realización de la invención. La Figura 4 es un diagrama de bloques simplificado de diversos dispositivos electrónicos que son adecuados para poner en práctica las realizaciones ejemplares de esta invención, y una manera específica en la que están configurados componentes de un dispositivo electrónico para provocar que el dispositivo electrónico opere. El UE 82 puede ser un teléfono móvil, un teléfono móvil de cámara, un video-teléfono inalámbrico, un dispositivo portátil o un ordenador inalámbrico, etc.

El eNB 80 puede comprender, por ejemplo, al menos un transmisor 80a, al menos un receptor 80b, al menos un procesador 80c al menos una memoria 80d y un PRS y módulo de aplicación de interpretación de generación y realimentación de índice 80e. El transmisor 80a y el receptor 80b pueden estar configurados para proporcionar una comunicación inalámbrica con el UE 82 (y otras no mostradas en la Figura 4), por ejemplo, a través de un enlace 81 correspondiente, de acuerdo con las realizaciones de la invención. El transmisor 80a y el receptor 80b pueden ser en general medios para transmitir/recibir y pueden implementarse como un transceptor, o una equivalencia estructural del mismo. Se observa adicionalmente que se aplican los mismos requisitos y consideraciones al transmisor y al receptor del UE 82.

Diversas realizaciones de la al menos una memoria 80d (por ejemplo, memoria legible por ordenador) puede incluir cualquier tipo de tecnología de almacenamiento de datos que es adecuada al entorno técnico local, incluyendo pero sin limitación dispositivos de memoria basados en semiconductores, dispositivos y sistemas de memoria magnética, dispositivos y sistemas de memoria óptica, memoria fija, memoria extraíble, memoria de disco, memoria flash, DRAM, SRAM, EEPROM y similares. Diversas realizaciones del procesador 80c incluyen pero sin limitación ordenadores de fin general, ordenadores de fin especial, microprocesadores, procesadores de señales digitales (DSP) y procesadores de múltiples núcleos. Son aplicables realizaciones similares a memorias y procesadores en otros dispositivos inalámbricos tales como el UE 82 mostrado en la Figura 4.

El PRS y el módulo de aplicación de interpretación de generación y realimentación de índice 80e puede proporcionar diversas instrucciones para realizar las etapas 40-46 mostradas en la Figura 2. El módulo 80e puede implementarse como un programa informático de aplicación almacenado en la memoria 80d, pero en general puede implementarse como módulo de software, firmware y/o hardware o una combinación de los mismos. En particular, en el caso de software o firmware, una realización puede implementarse usando un producto relacionado con software tal como una memoria legible por ordenador (por ejemplo, memoria legible por ordenador no transitoria), medio legible por ordenador o una estructura de almacenamiento legible por ordenador que comprende instrucciones legibles por ordenador (por ejemplo, instrucciones de programa) usando un código de programa informático (es decir, el software o firmware) en el mismo a ejecutarse por un procesador informático. Adicionalmente, el módulo 80e puede implementarse como un bloque separado o puede combinarse con cualquier otro módulo/bloque del dispositivo 80, o puede dividirse en varios bloques de acuerdo con su funcionalidad.

El UE 82 puede tener componentes similares como el eNB 80, como se muestra en la Figura 4, de modo que el análisis anterior acerca de los componentes del eNB 80 es aplicable completamente a los componentes del UE 82.

Un módulo de aplicación de realimentación de selección de puerto e índice 87 en los UE 82 puede proporcionar diversas instrucciones para realizar las etapas 50-54 mostradas en la Figura 3. El módulo 87 puede implementarse como un programa informático de aplicación almacenado en la memoria 83 del UE, pero en general puede implementarse como módulo de software, firmware y/o hardware o una combinación de los mismos. En particular, en el caso de software o firmware, una realización puede implementarse usando un producto relacionado con software tal como una memoria legible por ordenador (por ejemplo, memoria legible por ordenador no transitoria), medio legible por ordenador o una estructura de almacenamiento legible por ordenador que comprende instrucciones legibles por ordenador (por ejemplo, instrucciones de programa) usando un código de programa informático (es decir, el software o firmware) en el mismo a ejecutarse por un procesador informático. Adicionalmente, el módulo 87 puede implementarse como un bloque separado o puede combinarse con cualquier otro módulo/bloque del dispositivo 82, o puede dividirse en varios bloques de acuerdo con su funcionalidad.

Se observa que diversas realizaciones no limitantes descritas en el presente documento pueden usarse de manera

separada, combinarse o combinarse de manera selectiva para aplicaciones específicas.

5 Además, alguna de las diversas características de las realizaciones no limitantes anteriores puede usarse para aprovechar sin el correspondiente uso de otras características descritas. La descripción anterior debería considerarse por lo tanto como meramente ilustrativa de los principios, enseñanzas y realizaciones ejemplares de esta invención, y no como limitación de las mismas.

10 Se ha de entender que las disposiciones anteriormente descritas son únicamente ilustrativas de la aplicación de los principios de la presente invención. Pueden idearse numerosas modificaciones y disposiciones alternativas por los expertos en la materia sin alejarse del alcance de la invención, y las reivindicaciones adjuntas se pretende que cubran tales modificaciones y disposiciones.

## REIVINDICACIONES

1. Un método de uso de realimentación de información de estado de canal no basada en libro de códigos que comprende:
- 5 enviar (42), por un elemento de red a un equipo de usuario, para proporcionar una realimentación de información de estado de canal, señales de referencia precodificadas que corresponden a una pluralidad de puertos de antena lógicos con una palabra de código de precodificación para cada uno de la pluralidad de puertos de antena lógicos; recibir (44), por el elemento de red del equipo de usuario, un informe no basado en libro de códigos que comprende
- 10 información sobre uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos, comprendiendo la información uno o más de índices del uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos y correspondientes uno o más indicadores de calidad de canal para el uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos, en el que el informe no basado en libro de códigos no comprende ninguna palabra de código de precodificación; y
- 15 enviar (46) datos, por el elemento de red al equipo de usuario, usando el uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos y la correspondiente una palabra de código de precodificación para cada uno del uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos.
2. El método de la reivindicación 1, en el que el envío, por el elemento de red para proporcionar la realimentación de información de estado de canal, comprende adicionalmente enviar la indicación de los índices de la pluralidad de puertos de antena lógicos, en el que cada índice de los índices corresponde a uno o más de la pluralidad de puertos de antena lógicos.
- 20 3. El método de la reivindicación 2, en el que los índices están dispuestos en una o más tablas, donde cada tabla comprende índices de una misma clasificación o de diferentes clasificaciones.
- 25 4. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que, si un índice del uno o más de los índices tiene una clasificación que equivale a n, donde n es un número entero finito de uno o más, entonces el elemento de red recibe n indicadores de calidad de canal para los n puertos de antena lógicos seleccionados.
- 30 5. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el elemento de red es un eNB.
6. Un método de uso de realimentación de información de estado de canal no basada en libro de códigos que comprende:
- 35 recibir (50), de un elemento de red por un equipo de usuario, para proporcionar una realimentación de información de estado de canal, señales de referencia precodificadas que corresponden a una pluralidad de puertos de antena lógicos;
- 40 seleccionar (52), por el equipo de usuario, uno o más de la pluralidad de puertos de antena lógicos basándose en un procedimiento predefinido; y
- enviar (54), por el equipo de usuario al elemento de red, un informe no basado en libro de códigos que comprende información sobre uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos, comprendiendo la información uno o más de índices del uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos y correspondientes uno o más indicadores de calidad de canal para el uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos, en el que el informe no basado en libro de códigos no comprende ninguna palabra de código de precodificación.
- 45 7. El método de la reivindicación 6, en el que antes de la selección, el método comprende: recibir, del elemento de red por el equipo de usuario, una indicación de índices de la pluralidad de puertos de antena lógicos, en el que cada índice de los índices corresponde a uno o más de la pluralidad de puertos de antena lógicos.
- 50 8. El método de la reivindicación 6 o 7, en el que la selección, por el equipo de usuario, de uno o más de la pluralidad de puertos de antena lógicos está basada en mediciones de relación de señal a ruido o relación de señal a interferencia más ruido.
- 55 9. El método de la reivindicación 6 o 7, en el que la selección, por el equipo de usuario, de uno o más de la pluralidad de puertos de antena lógicos está basada en un esquema de modulación y codificación soportado estimado o en un tamaño de bloque de transporte.
- 60 10. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en el que, si un índice del uno o más de los índices tiene una clasificación que equivale a n, donde n es un número entero finito de uno o más, entonces el equipo de usuario envía n indicadores de calidad de canal para los n puertos de antena lógicos seleccionados.
- 65 11. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, en el que el equipo de usuario es un teléfono móvil, un teléfono móvil de cámara, un vídeo-telefono inalámbrico, un dispositivo portátil o un ordenador inalámbrico.

12. Un aparato (80) configurado para usar realimentación de información de estado de canal no basada en libro de códigos, que comprende:

un sistema de procesamiento que comprende al menos un procesador (80c) y una memoria (80e) que almacena un conjunto de instrucciones informáticas, en el que el sistema de procesamiento está dispuesto para provocar al aparato:

5 enviar (42), a un equipo de usuario, para proporcionar una realimentación de información de estado de canal, señales de referencia precodificadas que corresponden a una pluralidad de puertos de antena lógicos con una palabra de código de precodificación para cada uno de la pluralidad de puertos de antena lógicos;  
10 recibir (44), del equipo de usuario, un informe no basado en libro de código, que comprende información sobre uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos, comprendiendo la información uno o más de índices del uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos y correspondientes uno o más indicadores de calidad de canal para el uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos, en el que el informe no basado en libro de códigos no comprende ninguna palabra de código de precodificación; y  
15 enviar (46) datos, al equipo de usuario, usando el uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos y la correspondiente una palabra de código de precodificación para cada uno del uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos.

13. Un aparato (82) configurado para usar realimentación de información de estado de canal no basada en libro de códigos, que comprende:

un sistema de procesamiento que comprende al menos un procesador y una memoria (83) que almacena un conjunto de instrucciones informáticas, en el que el sistema de procesamiento está dispuesto para provocar al aparato:

25 recibir (50) de un elemento de red, para proporcionar una realimentación de información de estado de canal, señales de referencia precodificadas que corresponden a una pluralidad de puertos de antena lógicos;  
seleccionar (52) uno o más de la pluralidad de puertos de antena lógicos basándose en un procedimiento predefinido; y  
30 enviar (54) al elemento de red un informe no basado en libro de códigos que comprende información sobre uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos, comprendiendo la información uno o más de índices del uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos y correspondientes uno o más indicadores de calidad de canal para el uno o más seleccionado de la pluralidad de puertos de antena lógicos, en el que el informe no basado en libro de códigos no comprende ninguna palabra de código de precodificación.

14. Un medio legible por ordenador que comprende instrucciones legibles por ordenador que, cuando se están ejecutando por un procesador de un aparato, provocan que el aparato realice el método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 o 6 a 11.

35

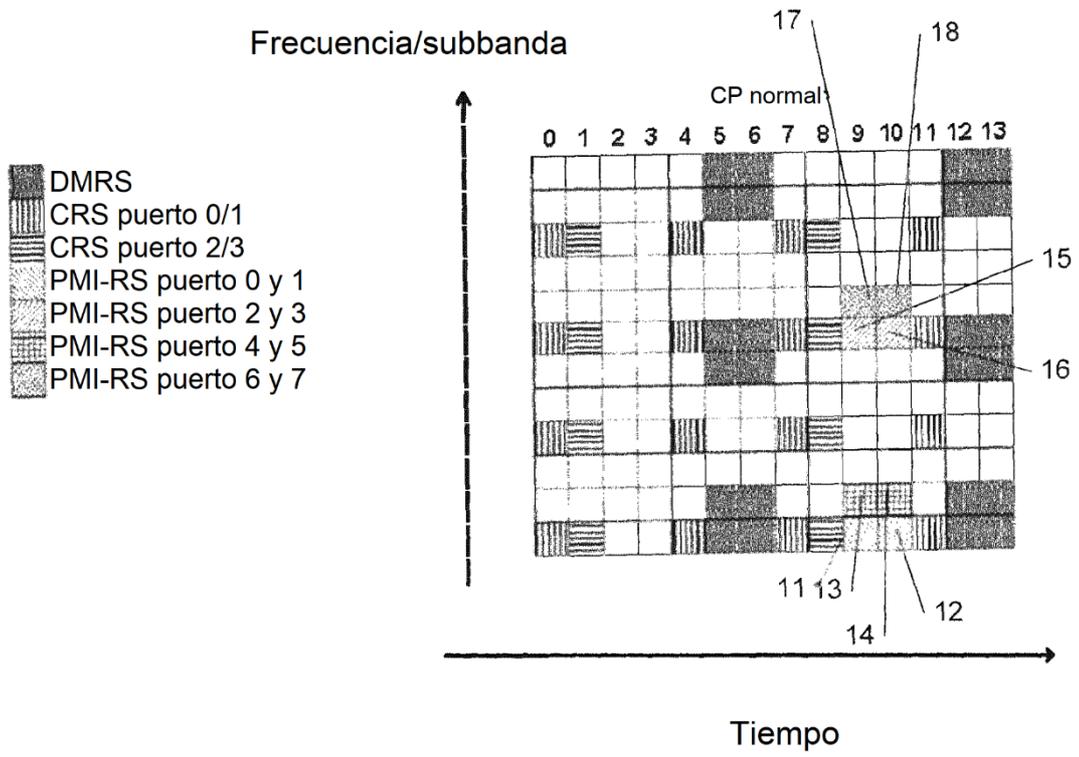


Figura 1

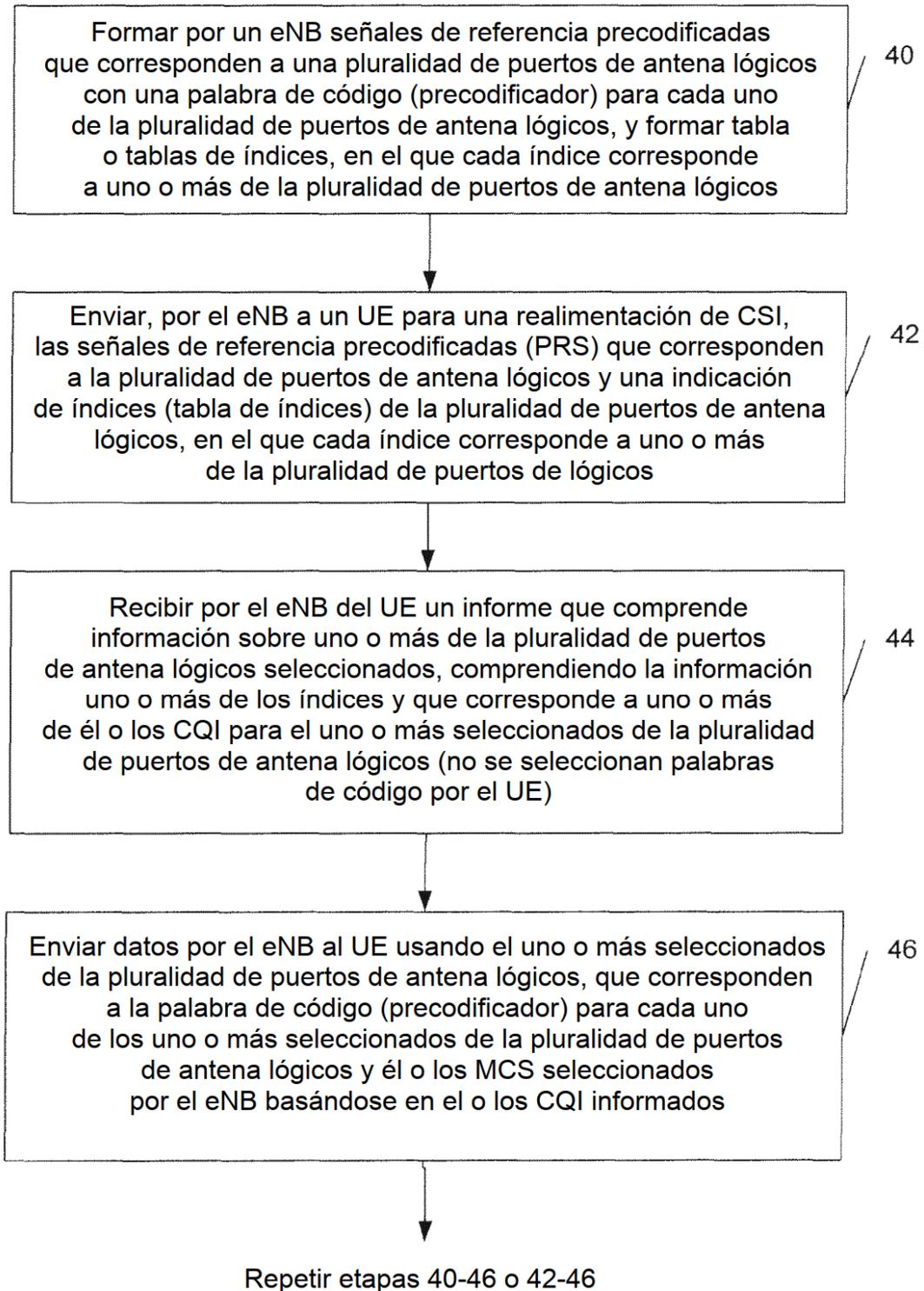


Figura 2

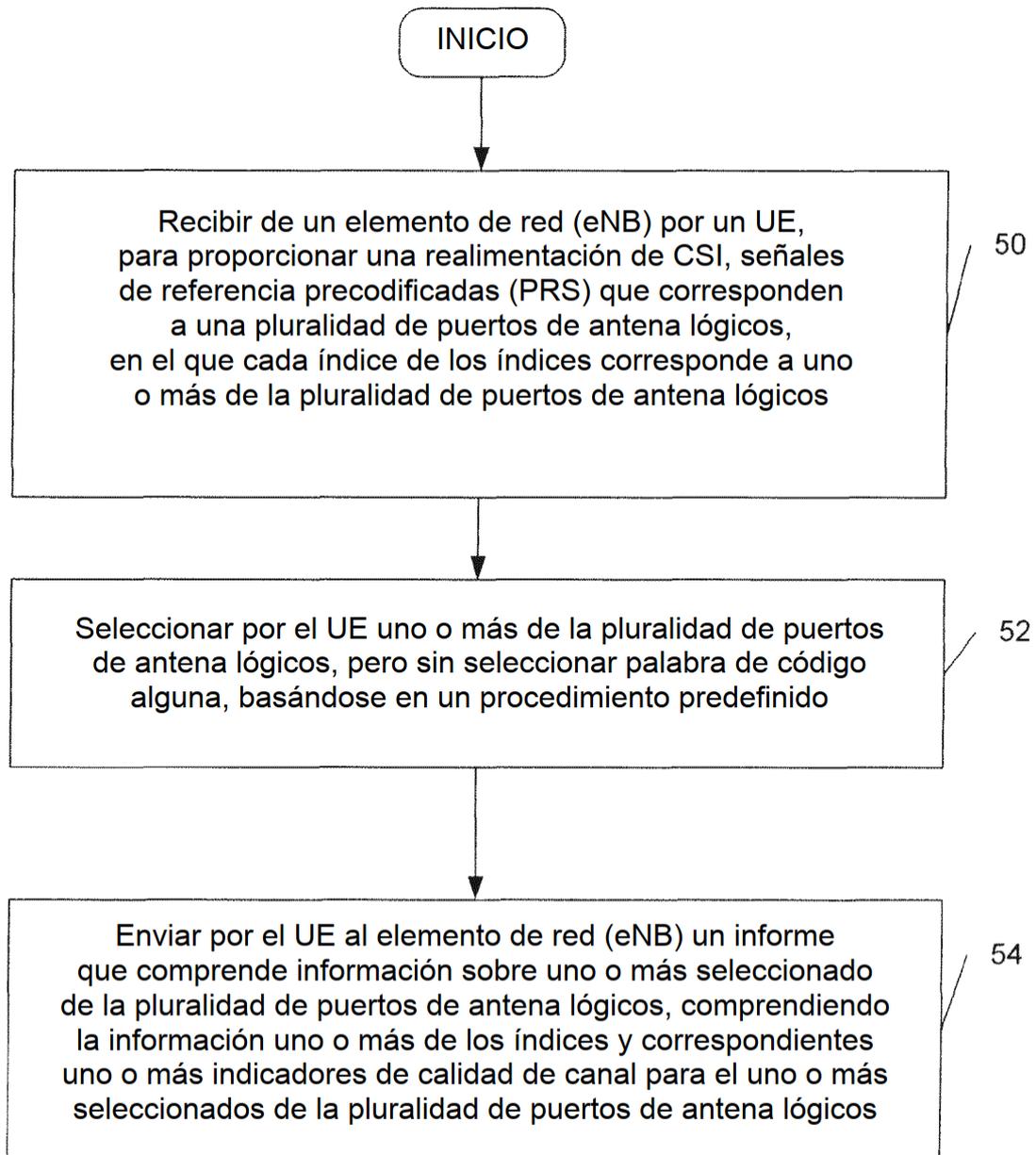


Figura 3

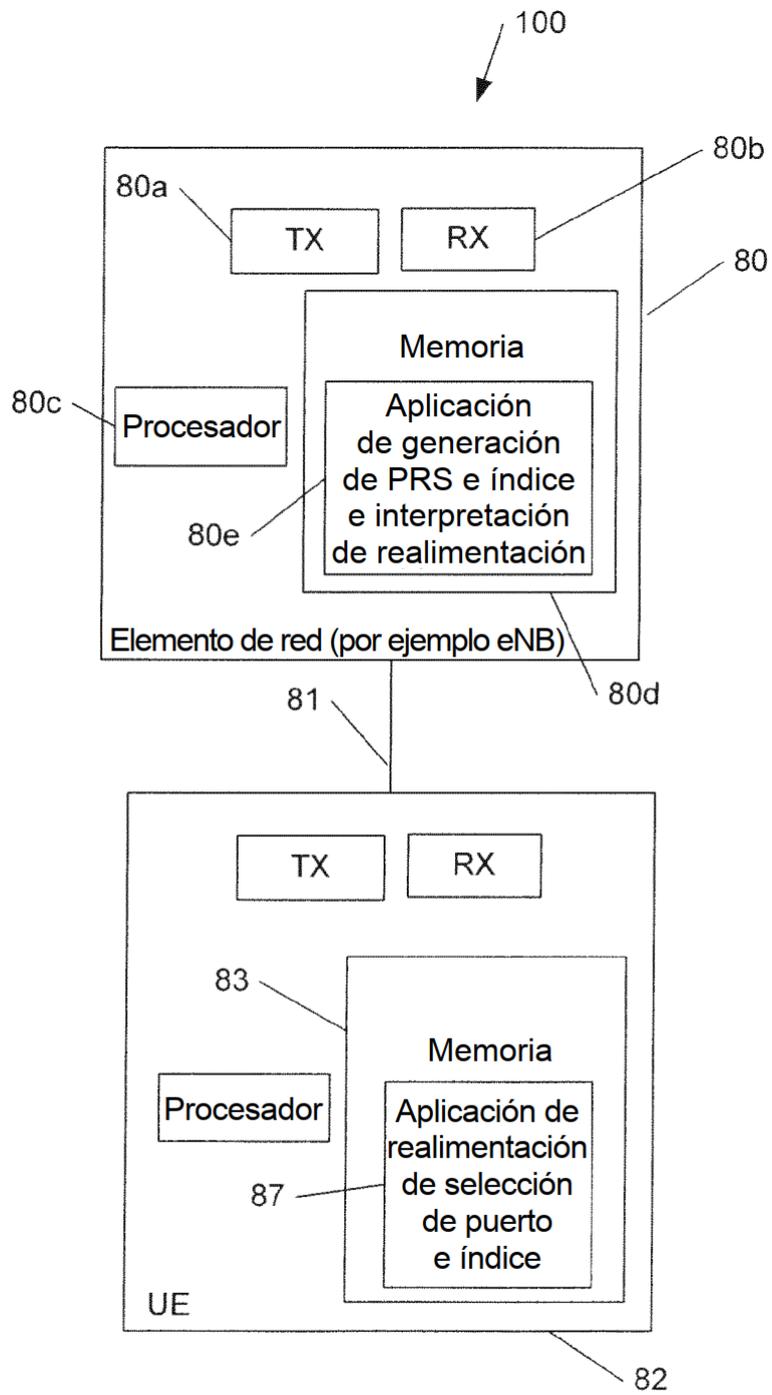


Figura 4