REALIMENTACIÓN DE INFORMACIÓN DE ESTADO DE CANAL (CSI) DE BAJA SOBRECARGA PARA TRANSMISIÓN DE PUNTO DE TRANSMISIÓN MÚLTIPLE (TRP)

CAMPO TÉCNICO

La presente información se refiere a las comunicaciones inalámbricas y, en particular, a la información de estado de canal (CSI) de baja sobrecarga para la transmisión de puntos de transmisión múltiple (TRP).

GENERALIDADES

El sistema de comunicación inalámbrica móvil de próxima generación (Proyecto Asociación de Tercera Generación (3GPP) 5ta generación (5G)) o la Nueva Radio (NR), puede admitir un conjunto diverso de casos de uso y un conjunto diverso de escenarios de implementación. Este último incluye el despliegue tanto a frecuencias bajas (por ejemplo, por debajo de 6 GHz) como a frecuencias muy altas (por ejemplo, hasta 10 GHz).

De forma similar a la Evolución a Largo Plazo (LTE), la NR utiliza el Prefijo Cíclico Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (CP-OFDM) en el enlace descendente (es decir, desde un nodo de red, gNB, eNB, o estación base, a un dispositivo inalámbrico (DI), como por ejemplo un equipo de usuario (EU) y tanto el CP-OFDM como el DFT-S-OFDM (DFT-Spread OFDM) en el enlace ascendente (es decir, de DI al nodo de la red (por ejemplo, gNB)). En el dominio de tiempo, el enlace descendente de la NR y el enlace ascendente se pueden organizar en submarcos de igual tamaño de 1 milisegundos (ms) cada uno. Un submarco puede dividirse en varias ranuras de igual duración.

La longitud de la ranura puede depender del espacio de la subportadora. Para el espaciado de la subportadora de $\Delta f = 15kHz$, puede haber sólo una ranura por submarco y cada una puede incluir 14 símbolos OFDM.

La programación de datos en la NR se puede basar en ranuras como en la LTE, un ejemplo de lo cual se muestra en la FIG. 1 con una ranura de 14 símbolos, donde los dos primeros símbolos contienen un canal de control de enlace descendente físico (PDCCH) y el resto contiene un canal físico de datos (PDCH) (por ejemplo, un canal

físico de datos de enlace descendente (PDSCH) o un canal físico de datos de enlace ascendente (PUSCH).

En la NR se admiten diferentes valores de espaciado entre subportadoras. Los valores de espaciado de subportadora admitidos (también denominados diferentes numerologías) se pueden dar mediante $\Delta f = (15 \times 2^{\alpha})\ kHz$ en donde α es un entero no negativo ($\Delta f = 15kHz$ es el espaciado básico de subportadora que también se utiliza en la LTE). Las duraciones de las ranuras en los DI espacios de las subportadoras se muestran en la Tabla 1, a manera de ejemplo.

Tabla 1: Longitud de ranura en diferentes numerologías.

Numerología	Longitud de ranura	RB BW
15 kHz	1 ms	180 kHz
30 kHz	0.5 ms	360 kHz
60 kHz	0.25 ms	720 kHz
120 kHz	125 µs	1.44 MHz
240 kHz	62.5 µs	2.88 MHz

En el dominio de frecuencia, un ancho de banda del sistema se puede dividir en bloques de recursos (RB), cada uno de los cuales corresponde a 12 subportadoras contiguas. Los RB se pueden numerar a partir de 0 desde un extremo del ancho de banda del sistema. La FIG. 2 contiene un ejemplo de la cuadrícula básica de recursos de frecuencia de tiempo físico de la NR, donde sólo se muestra un bloque de recursos (RB) dentro de una ranura de 14 símbolos. Una subportadora OFDM durante un intervalo de símbolos OFDM forma un elemento de recurso (RE).

Las transmisiones de enlace descendente (de la estación base al dispositivo inalámbrico) se pueden programar dinámicamente, es decir, en cada ranura el nodo de red (por ejemplo, gNB) y pueden transmitir información de control de enlace descendente (DCI) a través del canal físico de control de enlace descendente (PDCCH)

al que se transmitirán los datos del DI y en qué RB se transmiten los datos en la ranura de enlace descendente actual. El PDCCH se transmite normalmente en uno o dos símbolos OFDM en cada ranura de la NR. Los datos del DI se transportan en PDSCH. Un DI se puede detectar primero y decodificar en PDCCH y, si la decodificación es correcta, el DI decodifica el PDSCH correspondiente basándose en la información de control decodificada en el PDCCH.

La transmisión de datos de enlace ascendente también se puede programar dinámicamente mediante PDCCH. Similar a un enlace descendente, un DI primero decodifica las concesiones de los enlaces ascendentes en PDCCH y luego transmite datos a través de PUSCH con base en la información de control decodificada en la concesión de enlace ascendente como una orden de modulación, tasa de codificación, asignación de recursos de enlace ascendente, etc.

Multiplexación espacial

Las técnicas de antena múltiple pueden aumentar significativamente la velocidad de datos y la fiabilidad de un sistema de comunicación inalámbrica. El rendimiento puede mejorarse si tanto el transmisor como el receptor están equipados con varias antenas, lo que da como resultado un canal de comunicación de entrada múltiple y salida múltiple (MIMO). Estos sistemas y/o técnicas relacionadas se denominan comúnmente MIMO.

Un componente de NR es el apoyo a los despliegues de antenas MIMO y a las técnicas relacionadas con MIMO. La multiplexación espacial es una de las técnicas MIMO utilizadas para lograr altas velocidades de datos en condiciones favorables de canal. Una ilustración de un ejemplo de operación de multiplexación espacial se muestra en la FIG. 3.

Como se ve en la FIG. 3, el vector del símbolo que lleva la información $\boldsymbol{s} = [s_1, s_2, \dots, s_r]^T$ se multiplica por una matriz de precodificador N_T x r $\boldsymbol{W}$, que sirve para distribuir la energía de transmisión en un subespacio del espacio vectorial dimensional N_T (correspondiente a los puertos de la antena N_T). La matriz del codificador se selecciona normalmente a partir de un libro de códigos de posibles matrices del precodificador, y normalmente se indica mediante *un indicador de matriz de precodificador* (PMI), que especifica una matriz única del precodificador en el libro de códigos para un número determinado de secuencias de símbolos. Los símbolos r en **s**

corresponden a una capa MIMO y r se refiere al rango de transmisión. De esta manera, se logra la multiplexación espacial, ya que se pueden transmitir simultáneamente múltiples símbolos a través del mismo tiempo y del mismo elemento de recurso de frecuencia (RE). El número de símbolos r se suele adaptar para encajar en las propiedades del canal actual.

La señal que recibe un DI con N_R antenas de recepción en un determinado RE n se puede dada por

$$\boldsymbol{y}_n = \boldsymbol{H}_n \boldsymbol{W} \boldsymbol{s} + \boldsymbol{e}_n,$$

donde $\boldsymbol{y}_n$ es $N_R \times 1$ un vector de señal recibida, $\boldsymbol{H}_n$ una $N_R \times N_T$ matriz de canal en el RE, $\boldsymbol{e}_n$ es $N_R \times 1$ un vector de ruido e interferencia recibido en el RE por el DI. El predecodificador $\boldsymbol{W}$ puede ser un predecodificador de banda ancha, que es constante en frecuencia, o selectivo de frecuencia (es decir, diferente en frecuencia).

La matriz del precodificador se elige a menudo para que coincida con las características de la matriz de canal N_R x N_T MIMO $\boldsymbol{H}_n$, lo que resulta en la denominada precodifación dependiente del canal. A esto también se le conoce comúnmente como precodificación de bucle cerrado y se esfuerza esencialmente por enfocar la energía de transmisión en un subespacio que es fuerte en el sentido de transmitir gran parte de la energía transmitida al DI. Además, la matriz de precodificador también se puede seleccionar para esforzarse por ortogonalizar el canal, lo que significa que después de la ecualización lineal adecuada en el DI, la interferencia entre capas se reduce.

El rango de transmisión, y por lo tanto el número de capas multiplexadas espacialmente, se refleja en el número de columnas del precodificador. El rango de transmisión también depende de la relación señal-ruido-más-interferencia (SIRN) observada en el DI. Normalmente, se requiere una SIRN más alto para las transmisiones con rangos más altos. Para un rendimiento eficiente, se puede seleccionar un rango de transmisión que coincida con las propiedades del canal así como con la interferencia. La matriz de precodificación, el rango de transmisión y la calidad del canal pueden hacer parte de la información de estado del canal (CSI), que normalmente se mide mediante un DI y se devuelve a un nodo de red o gNB.

Transmisión de datos NR MIMO

Un ejemplo de transmisión de datos de NR sobre varias capas MIMO se muestra en la FIG. 4. Dependiendo del número total de capas MIMO o de la jerarquía, se puede utilizar una palabra clave (PC) o dos. En la NR Versión-15, se utiliza un canal de código cuando el número total de capas es igual o menor que 4 y se utilizan dos palabras clave cuando el número de capas es mayor que 4. Cada palabra clave puede incluir los bits de datos codificados de un bloque de transporte (TB). Después de la codificación a nivel de bits, los bits codificados se pueden asignar a símbolos de modulación con valores complejos $d^{(q)}(0), \ldots, d^{(q)}(M_{\text{symb}}^{(q)} - 1)$ para la palabra clave q. Los símbolos de modulación con valores complejos pueden entonces asignarse a las capas $x(i) = \left[x^{(0)}(i) \quad \ldots \quad x^{(\upsilon-1)}(i)\right]^T$, $i = 0,1,\ldots,M_{\text{symb}}^{\text{layer}} - 1$, según la Tabla 7.3.1.3-1 del Proyecto de Asociación de la 3ª Generación (3GPP) Especificación Técnica (ET) 38.211 (que se reproduce a continuación), donde υ es el número de capas y $M_{\text{symb}}^{\text{layer}}$ es el número de símbolos de modulación por capa.

Tabla 7.3.1.3 -1: Mapeo de palabra-clave-a-capa para la multiplexación espacial.

Número de capas	**Número de palabras clave**	**Mapeo de palabra-clave-a-capa** $i = 0,1,\ldots,M_{\text{symb}}^{\text{layer}}-1$	
1	1	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(i)$	$M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)}$
2	1	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(2i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(2i+1)$	$M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)}/2$
3	1	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(3i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(3i+1)$ $x^{(2)}(i) = d^{(0)}(3i+2)$	$M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)}/3$
4	1	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(4i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(4i+1)$ $x^{(2)}(i) = d^{(0)}(4i+2)$ $x^{(3)}(i) = d^{(0)}(4i+3)$	$M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)}/4$
5	2	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(2i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(2i+1)$ $x^{(2)}(i) = d^{(1)}(3i)$ $x^{(3)}(i) = d^{(1)}(3i+1)$ $x^{(4)}(i) = d^{(1)}(3i+2)$	$M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)}/2 = M_{\text{symb}}^{(1)}/3$
6	2	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(3i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(3i+1)$ $x^{(2)}(i) = d^{(0)}(3i+2)$ $x^{(3)}(i) = d^{(1)}(3i)$ $x^{(4)}(i) = d^{(1)}(3i+1)$ $x^{(5)}(i) = d^{(1)}(3i+2)$	$M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)}/3 = M_{\text{symb}}^{(1)}/3$
7	2	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(3i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(3i+1)$ $x^{(2)}(i) = d^{(0)}(3i+2)$ $x^{(3)}(i) = d^{(1)}(4i)$ $x^{(4)}(i) = d^{(1)}(4i+1)$ $x^{(5)}(i) = d^{(1)}(4i+2)$ $x^{(6)}(i) = d^{(1)}(4i+3)$	$M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)}/3 = M_{\text{symb}}^{(1)}/4$
8	2	$x^{(0)}(i) = d^{(0)}(4i)$ $x^{(1)}(i) = d^{(0)}(4i+1)$ $x^{(2)}(i) = d^{(0)}(4i+2)$ $x^{(3)}(i) = d^{(0)}(4i+3)$ $x^{(4)}(i) = d^{(1)}(4i)$ $x^{(5)}(i) = d^{(1)}(4i+1)$ $x^{(6)}(i) = d^{(1)}(4i+2)$ $x^{(7)}(i) = d^{(1)}(4i+3)$	$M_{\text{symb}}^{\text{layer}} = M_{\text{symb}}^{(0)}/4 = M_{\text{symb}}^{(1)}/4$

A efectos de demodulación, se puede transmitir una señal de referencia de demodulación (DMRS), también denominada puerto DMRS, a lo largo de cada capa de

datos. El bloque de vectores $\left[x^{(0)}(i) \quad \dots \quad x^{(\upsilon-1)}(i)\right]^T$, $i = 0,1,\dots,M_{\text{symb}}^{\text{layer}} - 1$ se puede asignar a los puertos de antena del DMRS según:

$$\begin{bmatrix} y^{(p_0)}(i) \\ \vdots \\ y^{(p_{\upsilon-1})}(i) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x^{(0)}(i) \\ \vdots \\ x^{(\upsilon-1)}(i) \end{bmatrix},$$

donde $i = 0,1,\dots,M_{\text{symb}}^{\text{ap}} - 1$, $M_{\text{symb}}^{\text{ap}} = M_{\text{symb}}^{\text{layer}}$. El conjunto de puertos de antena DMRS $\{p_{0,\dots,}p_{\upsilon-1}\}$ y la asignación de puerto a capa se pueden indicar dinámicamente en DCI según las Tablas 7.3.1.2.2-1/2/3/4 en 3GPP TS 38.212.

Realimentación CSI

Para la realimentación CSI, la NR puede utilizar un mecanismo CSI implícito donde una realimentación de DI de la información de estado del canal de enlace descendente incluye típicamente un indicador de rango (RI) de transmisión, un indicador de matriz de precodificador (PMI) y un indicador de calidad de canal (CQI) para cada palabra clave. El informe CQI/RI/PMI puede ser de banda ancha o subbanda según la configuración.

El RI puede corresponder a un número recomendado de capas que se van a multiplexar espacialmente y, por lo tanto, transmitir en paralelo sobre el canal efectivo; el PMI puede identificar una matriz de precodificación recomendada que se va a utilizar; el CQI puede representar un nivel de modulación recomendado (por ejemplo, modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK), 16 modulación de amplitud en cuadratura (16QAM), etc.) y una velocidad de codificación para cada palabra clave, o TB. La NR admite la transmisión de una o dos palabras clave a un DI en una ranura donde se utilizan dos palabras clave para transmitir de 5 a 8 capas y una palabra clave se utiliza para transmitir de 1 a 4 capas. Por lo tanto, existe una relación entre un CQI y un SIRN de las capas espaciales sobre las que se transmiten las palabras clave y para dos palabras clave hay dos valores CQI comunicadas.

Señales de referencia de información de estado de canal (CSI-RS)

Para la medición y realimentación del CSI, se pueden definir señales de referencia específicas para el CSI-RS. Un recurso de CSI-RS puede incluir entre 1 y 32 puertos CSI-RS y cada puerto se transmite normalmente en cada antena de transmisión

(o antena de transmisión virtual en caso de que el puerto esté precodificado y asignado a varias antenas de transmisión) y la utiliza un DI para medir el canal de enlace descendente entre cada uno de los puertos de la antena de transmisión y cada uno de los puertos de la antena de recepción del DI. Los puertos de antena también se denominan puertos CSI-RS. El número de puertos de antena admitidos en la NR puede ser {1, 2, 4, 8, 12, 16, 24, 32}. Al medir el CSI-RS recibido, un DI puede calcular el canal que atraviesa el CSI-RS, incluido el canal de propagación de radio, la precodificación o formación de haces potenciales y las ganancias de la antena. El CSI-RS para el propósito anterior también puede denominarse CSI-RS de potencia no cero (NZP). Sin embargo, también hay CSI-RS de potencia cero (ZP) que se pueden utilizar para otros fines que no sean mediciones de canales coherentes.

El CSI-RS se puede configurar para que se transmita en determinados RE en una ranura y/o en determinadas ranuras. La FIG. 5 muestra un ejemplo de un recurso CSI-RS asignado a los RE para 12 puertos de antena, donde se muestra 1 RE por RB por puerto.

Además, el recurso de medición de interferencias para la realimentación CSI (CSI-IM) también se define en la NR para que un DI mida la interferencia. Un recurso CSI-IM puede incluir 4 RE, como, por ejemplo, 4 RE adyacentes en frecuencia en el mismo símbolo OFDM, o 2-por-2 RE adyacentes en tiempo y frecuencia en una ranura. Al medir tanto el canal basado en NZP CSI-RS como la interferencia basada en CSI-IM, un DI puede calcular el canal y el ruido efectivos más la interferencia para determinar el CSI, es decir, el rango, la matriz de precodificación y la calidad del canal.

Además, se puede configurar un DI en la NR para medir interferencias basadas en uno o varios recursos NZP CSI-RS.

Marco CSI en la NR

En la NR, un DI se puede configurar con varias configuraciones de informes CSI (por ejemplo, con el parámetro de capa superior *CSI-ReportConfig*) y varias configuraciones de recursos CSI (por ejemplo, con el parámetro de capa superior *CSI-ResourceConfig)*. Cada configuración de recursos CSI puede tener un identificador asociado (por ejemplo, parámetro de capa superior ***CSI-ResourceConfigId***) y puede incluir una lista de conjuntos de recursos CSI S≥1 (por ejemplo, proporcionado por el parámetro de capa superior *csi-RS-ResourceSetList*), donde la lista está compuesta de

referencias a conjuntos de recursos NZP CSI-RS, o bien, la lista consta de referencias a conjuntos de recursos CSI-IM. Para la configuración periódica y semipersistente de recursos CSI, el número de conjuntos de recursos CSI configurados puede estar limitado a S=1.

Para los informes CSI periódicos, se puede configurar una lista de estados de activación CSI utilizando el parámetro de capa superior *CSI-AperiodicTriggerStateList.* Cada estado de activación incluye al menos una configuración de informe CSI. Para la configuración de recursos CSI aperiódicos con conjuntos de recursos S>1 CSI, sólo uno de los conjuntos de recursos CSI aperiódicos está asociado a un estado de activación CSI, y el DI es una capa superior configurada por estado de activación por configuración de recurso para seleccionar un conjunto de recursos CSI-IM o NZP CSI-RS en la configuración de recurso. DCI se puede utilizar para seleccionar un estado de activación CSI dinámicamente.

A continuación se muestra un ejemplo del parámetro *CSI-ReportConfig* o del elemento de información (EI) de acuerdo con el 3GPP TS 38.331 v15.3.0:

Elemento de información CSI-ReportConfig

```
-- ASN1START
-- TAG-CSI-REPORTCONFIG-START
CSI-ReportConfig ::=            SEQUENCE {
  reportConfigId                  CSI-ReportConfigId,
  carrier                       ServCellIndex              OPCIONAL,   -- Need S
  resourcesForChannelMeasurement        CSI-ResourceConfigId,
  csi-IM-ResourcesForInterference      CSI-ResourceConfigId      OPTIONAL,
-- Need R
  nzp-CSI-RS-ResourcesForInterference                    CSI-ResourceConfigId
OPTIONAL,   -- Need R
  reportConfigType                CHOICE {
    periodic                    SEQUENCE {
      reportSlotConfig                CSI-ReportPeriodicityAndOffset,
      pucch-CSI-ResourceList                SEQUENCE (SIZE (1..maxNrofBWPs))
OF PUCCH-CSI-Resource
    },
```

```
semiPersistentOnPUCCH SEQUENCE {
reportSlotConfig CSI-ReportPeriodicityAndOffset,
pucch-CSI-ResourceList SEQUENCE (SIZE (1..maxNrofBWPs)) OF PUCCH-CSI-Resource
},
semiPersistentOnPUSCH SEQUENCE {
reportSlotConfig ENUMERATED {sl5, sl10, sl20, sl40, sl80, sl160, sl320},
reportSlotOffsetList SEQUENCE (SIZE (1.. maxNrofUL-Allocations)) OF INTEGER(0..32),
p0alpha P0-PUSCH-AlphaSetId
},
aperiodic SEQUENCE {
reportSlotOffsetList SEQUENCE (SIZE (1..maxNrofUL-Allocations)) OF INTEGER(0..32)
}
},
reportQuantity CHOICE {
none NULL,
cri-RI-PMI-CQI NULL,
cri-RI-i1 NULL,
cri-RI-i1-CQI SEQUENCE {
pdsch-BundleSizeForCSI ENUMERATED {n2, n4} OPTIONAL -- Need S
},
cri-RI-CQI NULL,
cri-RSRP NULL,
ssb-Index-RSRP NULL,
cri-RI-LI-PMI-CQI NULL
},
reportFreqConfiguration SEQUENCE {
```

```
        cqi-FormatIndicator                 ENUMERATED { widebandCQI, subbandCQI
    }                           OPTIONAL,   -- Need R
        pmi-FormatIndicator                 ENUMERATED { widebandPMI, subbandPMI
    }                           OPTIONAL,   -- Need R
        csi-ReportingBand                   CHOICE {
          subbands3                         BIT STRING(SIZE(3)),
          subbands4                         BIT STRING(SIZE(4)),
          subbands5                         BIT STRING(SIZE(5)),
          subbands6                         BIT STRING(SIZE(6)),
          subbands7                         BIT STRING(SIZE(7)),
          subbands8                         BIT STRING(SIZE(8)),
          subbands9                         BIT STRING(SIZE(9)),
          subbands10                        BIT STRING(SIZE(10)),
          subbands11                        BIT STRING(SIZE(11)),
          subbands12                        BIT STRING(SIZE(12)),
          subbands13                        BIT STRING(SIZE(13)),
          subbands14                        BIT STRING(SIZE(14)),
          subbands15                        BIT STRING(SIZE(15)),
          subbands16                        BIT STRING(SIZE(16)),
          subbands17                        BIT STRING(SIZE(17)),
          subbands18                        BIT STRING(SIZE(18)),
          ...,
          subbands19-v1530                  BIT STRING(SIZE(19))
        }   OPTIONAL    -- Need S
    }                                                                   OPTIONAL,
    -- Need R
    timeRestrictionForChannelMeasurements            ENUMERATED {configured,
    notConfigured},
    timeRestrictionForInterferenceMeasurements       ENUMERATED {configured,
    notConfigured},
    codebookConfig                                                      OPTIONAL,
    -- Need R
```

```
nrofCQIsPerReport                                ENUMERATED {n1, n2}
OPTIONAL,   -- Need R
groupBasedBeamReporting                CHOICE {
  enabled                          NULL,
  disabled                         SEQUENCE {
    nrofReportedRS                              ENUMERATED {n1, n2, n3, n4}
OPTIONAL    -- Need S
  }
},
cqi-Table                          ENUMERATED {table1, table2, table3, spare1}
OPTIONAL,   -- Need R
subbandSize                      ENUMERATED {value1, value2},
non-PMI-PortIndication                SEQUENCE (SIZE (1..maxNrofNZP-CSI-RS-
ResourcesPerConfig)) OF PortIndexFor8Ranks OPTIONAL,   -- Need R
...,
[[
semiPersistentOnPUSCH-v1530        SEQUENCE {
  reportSlotConfig-v1530           ENUMERATED {sl4, sl8, sl16}
}                                                                          OPTIONAL
-- Need R
]]
}
CSI-ReportPeriodicityAndOffset ::=  CHOICE {
slots4                      INTEGER(0..3),
slots5                      INTEGER(0..4),
slots8                      INTEGER(0..7),
slots10                      INTEGER(0..9),
slots16                      INTEGER(0..15),
slots20                      INTEGER(0..19),
slots40                      INTEGER(0..39),
slots80                      INTEGER(0..79),
slots160                      INTEGER(0..159),
```

```
  slots320                    INTEGER(0..319)
}
PUCCH-CSI-Resource ::=          SEQUENCE {
  uplinkBandwidthPartId         BWP-Id,
  pucch-Resource                PUCCH-ResourceId
}
PortIndexFor8Ranks ::=          CHOICE {
  portIndex8                    SEQUENCE{
    rank1-8                     PortIndex8                          OPTIONAL,
-- Need R
    rank2-8                     SEQUENCE(SIZE(2)) OF PortIndex8
OPTIONAL,  -- Need R
    rank3-8                     SEQUENCE(SIZE(3)) OF PortIndex8
OPTIONAL,  -- Need R
    rank4-8                     SEQUENCE(SIZE(4)) OF PortIndex8
OPTIONAL,  -- Need R
    rank5-8                     SEQUENCE(SIZE(5)) OF PortIndex8
OPTIONAL,  -- Need R
    rank6-8                     SEQUENCE(SIZE(6)) OF PortIndex8
OPTIONAL,  -- Need R
    rank7-8                     SEQUENCE(SIZE(7)) OF PortIndex8
OPTIONAL,  -- Need R
    rank8-8                     SEQUENCE(SIZE(8)) OF PortIndex8
OPTIONAL   -- Need R
  },
  portIndex4                    SEQUENCE{
    rank1-4                     PortIndex4                          OPTIONAL,
-- Need R
    rank2-4                     SEQUENCE(SIZE(2)) OF PortIndex4
OPTIONAL,  -- Need R
    rank3-4                     SEQUENCE(SIZE(3)) OF PortIndex4
OPTIONAL,  -- Need R
```

```
    rank4-4                    SEQUENCE(SIZE(4)) OF PortIndex4
OPTIONAL   -- Need R
  },
  portIndex2          SEQUENCE{
    rank1-2           PortIndex2                    OPTIONAL,
-- Need R
    rank2-2                    SEQUENCE(SIZE(2)) OF PortIndex2
OPTIONAL   -- Need R
  },
  portIndex1          NULL
}
PortIndex8::=         INTEGER (0..7)
PortIndex4::=         INTEGER (0..3)
PortIndex2::=         INTEGER (0..1)
-- TAG-CSI-REPORTCONFIG-STOP
-- ASN1STOP
```

Cada configuración de informes CSI puede incluir una o más de lo siguiente:

-un ajuste de recursos CSI en recursos NZP CSI-RS para la medición de canales;

-una configuración de recursos CSI para recursos CSI-IM para la medición de interferencias;

-Opcionalmente, una configuración de recursos CSI para recursos NZP CSI-RS para la medición de interferencias;

-Comportamiento de dominio de tiempo para la elaboración de informes, por ejemplo, informes periódicos, semipersistentes o periódicos;

-Granularidad de frecuencia, por ejemplo, CQI y PMI de banda ancha o subbanda, respectivamente;

-Denunciar la cantidad, por ejemplo, los parámetros CSI que se van a notificar, como RI, PMI, CQI, indicador de capa (IC) e indicador de recursos CSI-RS (CRI) en caso de varios recursos NZP CSI-RS en un conjunto de recursos;

-Tipos de libro de códigos, por ejemplo, tipo I o II si se informa, y restricción de subconjunto de libro de códigos; y

-Restricción de la medición.

Cuando $K_s > 1$ los recursos NZP CSI-RS se configuran en el conjunto de recursos NZP CSI-RS correspondiente para la medición de canales, el DI puede seleccionar uno de $K_s > 1$ los recursos NZP CSI-RS y el indicador de recursos (CRI) lo puede reportar el DI para indicar al nodo de red (por ejemplo, gNB) sobre el recurso NZP CSI-RS seleccionado en el conjunto de recursos. El DI puede derivar los otros parámetros CSI (es decir, RI, PMI y CQI) condicionados en el CRI notificado, donde CRI k ($k \geq 0$) corresponde a la entrada configurada (k+1)-a del recurso NZP CSI-RS asociado en el conjunto de recursos NZP-RS correspondiente para la medición de canales, Y (k+1)-a entrada del recurso CSI-IM asociado en el conjunto de recursos *CSI-IM-ResourceSet* correspondiente para la medición de interferencias. *CSI-IM-ResourceSet*, si está configurado, también tiene recursos $K_s > 1$.

Para los informes CSI aperiódicos en la NR, se puede configurar más de un ajuste de informes CSI con diferentes ajustes de recursos NZP CSI-RS para la medición de canales y/o ajustes de recursos CSI-IM para la medición de interferencias en un único estado de activación CSI y activarse al mismo tiempo con un DCI. En este caso, se pueden agregar y enviar varios informes CSI, cada uno asociado a una configuración de informe CSI, desde el DI al nodo de red (por ejemplo, gNB) en un único canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH). Cada estado de activación CSI puede incluir hasta 16 ajustes de informes CSI en la NR. Se puede utilizar un campo de solicitud CSI de 3 bits en un DCI de enlace ascendente (es decir, formato DCI 0-1) para seleccionar uno de los estados de activación para los informes CSI. Cuando el número de estados de activación CSI configurados de control de recursos de radio (RRC) es superior a 7, se puede utilizar el elemento de control (CE) de control de acceso medio (MAC) para seleccionar 7 estados de activación de los estados de activación configurados de RRC.

Transmisión de datos a través de varios puntos o paneles de transmisión

Selección de punto dinámico (DPS)

En la versión 15 NR 3GPP (v.-15), se puede admitir la selección de punto de transmisión dinámico (DPS) en la que se puede seleccionar dinámicamente un único punto de transmisión (TRP) para transmitir datos a un DI. Se puede seleccionar un TRP diferente en momentos diferentes. En este caso, el nodo de la red (por ejemplo, gNB)

puede solicitarle a un DI que mida y devuelva el CSI de enlace descendente (DL) para cada TRP individualmente y el nodo de la red (por ejemplo, gNB) puede comparar los informes de realimentación de medición y luego decidir qué TRP utilizar para la transmisión de datos a DI. Dado que los TRP pueden estar en diferentes ubicaciones físicas, los canales de propagación al DI también pueden ser diferentes. En los TRP se pueden utilizar diferentes haces de transmisión de antena, por lo que se pueden utilizar diferentes haces de recepción en el DI. Para facilitar la recepción de datos físicos de canal compartido de enlace descendente (PDSCH) de diferentes TRP o haces diferentes dentro del mismo TRP o de diferentes TRP, los estados del indicador de configuración de transmisión (TCI) se introdujeron en el 3GPP NR V.-15.

Un estado TCI puede incluir información de cuasi ubicación (QCL) entre el DMRS para PDSCH y una o dos señales de referencia DL como CSI-RS o bloque de señal de sincronización (SSB). Los tipos de información de QCL admitidos en la NR pueden incluir:

-'QCL-TypeA': {Doppler shift, Doppler spread, average delay, delay spread}

-'QCL-TypeB': {Doppler shift, Doppler spread}

-'QCL-TypeC': {Doppler shift, average delay}

-'QCL-TypeD': {Spatial Rx parameter}

Para admitir la sincronización y el seguimiento de canales para DPS, se puede configurar un DI con varios estados TCI (por ejemplo, uno por TRP) y uno de ellos se puede seleccionar e indicar en el DCI. Una DI utiliza la información de QCL para aplicar una o más propiedades de canal estimadas y asociadas a las señales de referencia DL (CSI-RS o SSB) a la estimación de canal basada en DMRS para la recepción del PDSCH. Por ejemplo, el canal se calcula primero en función de CSI-RS y los parámetros de difusión de retardo del canal y desplazamiento Doppler se calculan a partir de la señal de referencia de la fuente (RS), por ejemplo, el CSI-RS en este caso, es decir, se realiza el análisis del canal. Normalmente, la RS fuente indicada por el estado TCI es una RS periódica que el DI puede seguir de manera continua del canal y realizar un análisis del canal. Esta información se utiliza posteriormente para determinar los parámetros de filtrado de canales durante la recepción de PDSCH con base en DMRS.

Para admitir la información CSI para DPS, se puede configurar un DI con varios ajustes de informes CSI, uno para cada TRP. En cada configuración de informes CSI, se incluye un único recurso NZP CSI-RS en la configuración de recursos CSI para la medición de canales y un único recurso CSI-IM en la configuración de recursos CSI para la medición de interferencias. Estos múltiples ajustes de informes CSI se pueden contener en un único estado de activación CSI aperiódico. Por ejemplo, con dos TRP se puede configurar lo siguiente para un DI:

-Ajuste de informe CSI #1:

-Recursos NZP CSI-RS para medición de canal: {NZP CSI-RS resource #1}

-Recursos CSI-IM para la medición de interferencias: {CSI-IM resource #1}

-Ajuste de informe CSI #2:

-Recursos NZP CSI-RS para medición de canal: {NZP CSI-RS resource #2}

-Recursos CSI-IM para la medición de interferencias: {CSI-IM resource #2}

-Aperiódico CSI estado de activación #k(k=3)

-{CSI report setting #1, CSI report setting #2}

En este caso, se puede enviar un DCI con un campo de bit CSI ajustado en “100” al DI para seleccionar el estado de disparo CSI k=3 (observe que el campo de bit CSI “000” puede significar “no trigger” y “001” selecciona el estado de disparo k=0, “010” selecciona el estado k=1, “011” selecciona el estado k=2, y así sucesivamente). Después de recibir el DCI, el DI puede medir e informar el CSI para ambos TRP a la vez en un canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH), por ejemplo, {CSI para TRP#1, CSI para TRP#2}.

Transmisión conjunta no coherente (NC-JT)

La NC-JT se refiere a la transmisión de datos MIMO a través de varios TRP en los que diferentes capas MIMO se transmiten a través de diferentes TRP. Se muestra un ejemplo en LA FIG. 6, donde se envía un PDSCH a un DI a través de dos TRP, cada TRP lleva una palabra clave (CW). Por ejemplo, cuando el DI tiene 4 antenas de recepción mientras cada uno de los TRP tiene sólo 2 antenas de transmisión, el DI puede

admitir hasta 4 capas MIMO, pero cada TRP puede transmitir como máximo 2 capas MIMO. En este caso, mediante la transmisión de datos a través de dos TRP al DI, la velocidad de datos pico al DI se puede aumentar porque se pueden utilizar hasta 4 capas agregadas de los dos TRP. Esto puede ser beneficioso cuando la carga de tráfico y, por tanto, la utilización de recursos, es baja en cada TRP. El esquema también puede ser de beneficio en el caso de que el DI esté en línea de visión (LOS) tanto de los TRP y el rango por TRP está limitado incluso cuando hay más antenas de transmisión disponibles en cada TRP.

Este tipo de NC-JT es compatible con LTE con dos TRP. Con fines de realimentación CSI, se puede configurar un DI con un proceso CSI con dos recursos NZP CSI-RS, uno para cada TRP y un recurso de medición de interferencias. Por razones de complejidad del DI, se introdujo una limitación en un máximo de 8 puertos CSI-RS por recurso CSI-RS para este modo de realimentación (sin embargo, cada TRP puede tener más de 8 cadenas de transmisión, en cuyo caso las cadenas de transmisión pueden virtualizarse hasta 8 puertos). El DI calcula el CSI por recurso NZP CSI-RS e informa de un par de RIS (RI1, RI2), un par de PMI (PMI1, PMI2) y un par de CQI (CQI1, CQI2), considerando la interferencia mutua entre los dos canales de código (CW) de los dos TRP. Con dos CW, ya sea programado con un solo o dos PDSCHs (aunque sólo se admite un único PDSCH en LTE), se pueden utilizar diferentes esquemas de codificación de modulación (MCS) para los dos TRP. Un receptor avanzado con cancelación de interferencias a nivel de CW (CWIC) se puede utilizar en el DI. Además, cuando se recibe una CW con error, sólo se puede volver a transmitir dicha CW. En este caso, el número máximo de TRP que se pueden admitir en una NC-JT con un solo PDSCH puede ser dos, porque sólo dos CW son compatibles con un único PDSCH en LTE y en NR.

En NR sólo se admite actualmente la transmisión multi-TRP basada en DPS. Actualmente no se ha especificado ninguna respuesta CSI NC-JT en la NR.

RESUMEN

Algunas aplicaciones proporcionan ventajosamente métodos y aparatos para la realimentación CSI que permite la conmutación dinámica entre la transmisión TRP

única y NC-JT o URLLC con una sobrecarga de realimentación CSI baja (en comparación con las técnicas de realimentación CSI existentes).

En una aplicación, se proporciona un método implementado en un nodo de red. El método incluye una o más de estas opciones:

Enviar las transmisiones del canal de enlace desde un solo punto de transmisión (TRP) y/o múltiples puntos de transmisión (multi-trp)

Configurar el DI con un ajuste de reporte de la información de estado de un canal (CSI) con recursos K>1 de potencia no cero de la señal de referencia de información de canal (NZP, CSI-RS), cada uno asociado con un TRP

Solicitar un reporte de realimentación CSI del DI asumiendo que la transmisión de cada uno de los K TRP y la transmisión de datos de cada M>1 TRP de los K TRP basados en la configuración de reporte de CSI, y/o

Programar las transmisiones del canal descendente al DI basado en el reporte de realimentación de CSI.

En otra aplicación, se proporciona un método implementado en un dispositivo inalámbrico (DI). El método incluye una o más de estas opciones:

Recibir la solicitud de realimentación de un CSI basado en un ajuste de reporte de información de estado de un canal (CSI) para recursos K>1 de potencia no cero de la señal de referencia de información de estado de canal (NZP-CSI), cada uno asociado con un (TRP), y/o

Medir y enviar un reporte de realimentación de la información del estado de un canal CSI asumiendo la transmisión de datos desde cada uno de los K TRP y la transmisión de datos desde cada M>1 TRP de los K TRP basados en la configuración de reporte de CSI.

Según un aspecto de este descubrimiento, se proporciona un método implementado en un dispositivo inalámbrico. El método incluye la recepción de una configuración de información de estado de un canal, CSI, el ajuste de reporte para al menos la señal de referencia de información de estado de canal K>1 de potencia no cero, recursos NZP CSI-RS para medición de canal y una configuración de cantidad de reporte, con K como un número entero. El método incluye la recepción de una solicitud de reporte de realimentación CSI para medición y realimentación CSI basada al menos parcialmente en el ajuste de reporte CSI. El método incluye la medición de canales

basados al menos parcialmente en los recursos NZP CSI-RS. El método incluye enviar información del estado de un canal, CSI, reporte de realimentación basado, al menos parcialmente, en: las medidas del canal y la configuración de cantidad de reporte. El reporte de realimentación CSI incluye al menos una de las primeras realimentaciones CSI y una segunda realimentación CSI.

En algunas aplicaciones de este aspecto, la primera realimentación CSI incluye una CSI asociada con cada uno de los recursos K NZP CSI-RS. En algunas aplicaciones de este aspecto, la segunda realimentación CSI incluye una CSI para una transmisión de junta no coherente, NC-JT y transmisión de baja latencia ultra segura (URLL). En algunas aplicaciones de este aspecto, la realimentación CSI incluye un primer indicador de rango y un primer indicador de matriz de precodificación asociados con un primer recurso NZP CSI-RS, y un segundo indicador de rango y un segundo indicador de matriz de precodificación asociados con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de calidad de canal adjunto condicionado en los indicadores de primer y segundo rango y de matriz de precodificación. En algunas aplicaciones de este aspecto, la segunda realimentación CSI incluye un primer indicador de rango y un primer indicador de capa asociados con un primer recurso NZP CSI-RS, y un segundo indicador de rango y un segundo indicador de capa asociados con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de calidad de canal adjunto condicionado en los indicadores de primer y segundo rango y de capa. En algunas aplicaciones de este aspecto, la segunda realimentación CSI incluye más identidades de los primeros y segundos recursos K NZP CSI-RS.

En algunas aplicaciones de este aspecto, el método incluye más definición sobre si se incluye la segunda realimentación CSI en el reporte de realimentación CSI. En algunas aplicaciones de este aspecto, determinar si se incluye la segunda realimentación CSI incluye más definición sobre si se incluye la segunda realimentación CSI si cada rango de la primera realimentación CSI está por debajo de un valor mínimo. En algunas aplicaciones de este aspecto, el reporte de realimentación CSI incluye además un indicador de si la segunda realimentación CSI está presente en el reporte de realimentación CSI. En algunas aplicaciones de este aspecto, el reporte de realimentación CSI incluye solo la segunda realimentación CSI.

De acuerdo a otro aspecto de este descubrimiento, se proporciona un método implementado en un nodo de red. El método incluye configurar un dispositivo inalámbrico con la información de estado de un canal, CSI, el ajuste de reporte para al menos la señal de referencia de información de estado de canal K>1 de potencia no cero, recursos NZP CSI-RS para medición de canal y una configuración de cantidad de reporte, con K como un número entero. El método incluye el envío de una solicitud de reporte de realimentación CSI para medición y realimentación CSI basada al menos parcialmente en el ajuste de reporte CSI. El método incluye la recepción de información de estado de un canal, CSI, el reporte de realimentación CSI basado al menos parcialmente en el ajuste de reporte CSI. El método incluye que el reporte de realimentación CSI contenga al menos una de las primeras realimentaciones CSI y una segunda realimentación CSI.

En algunas aplicaciones de este aspecto, la primera realimentación CSI contiene una CSI asociada con cada uno de los recursos K NZP CSI-RS. En algunas aplicaciones de este aspecto, la segunda realimentación CSI contiene una CSI para una transmisión de junta no coherente, NC-JT, y transmisión de baja latencia ultra segura (URLL). En algunas aplicaciones de este aspecto, la segunda realimentación CSI incluye un primer indicador de rango y un primer indicador de matriz de precodificación asociados con un primer recurso NZP CSI-RS, y un segundo indicador de rango y un segundo indicador de matriz de precodificación asociados con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de calidad de canal adjunto condicionado en los indicadores de primer y segundo rango y de matriz de precodificación. En algunas aplicaciones de este aspecto, la segunda realimentación CSI incluye un primer indicador de rango y un primer indicador de capa asociados con un primer recurso NZP CSI-RS, y un segundo indicador de rango y un segundo indicador de capa asociados con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de calidad de canal adjunto condicionado en los indicadores de primer y segundo rango y de capa.

En algunas aplicaciones de este aspecto, la segunda realimentación CSI incluye más identidades de los primeros y segundos recursos NZP CSI-RS. En algunas aplicaciones de este aspecto, el reporte de realimentación CSI incluye la primera y la segunda realimentación CSI. En algunas aplicaciones de este aspecto, el reporte de realimentación CSI incluye la segunda realimentación CSI si cada rango de la primera

realimentación CSI está por debajo de un valor mínimo. En algunas aplicaciones de este aspecto, el reporte de realimentación CSI contiene además un indicador de si la segunda realimentación CSI está presente o no en el reporte de realimentación CSI. En algunas aplicaciones de este aspecto, el reporte de realimentación CSI incluye solo la segunda realimentación CSI.

De acuerdo a otro aspecto adicional de este descubrimiento, se proporciona un dispositivo inalámbrico configurado para comunicarse con un nodo de red. El dispositivo inalámbrico incluye el procesamiento de circuitos configurados para que el dispositivo inalámbrico reciba la configuración de la información de estado de un canal, CSI, el ajuste de reporte para al menos la señal de referencia de información de estado de canal K>1 de potencia no cero, recursos NZP CSI-RS para medición de canal y una configuración de cantidad de reporte, con K como un número entero. El circuito de procesamiento está configurado para hacer que el dispositivo inalámbrico reciba una solicitud de reporte de realimentación CSI para medición y realimentación basada al menos parcialmente en el ajuste de reporte CSI. El circuito de procesamiento está configurado para hacer que el dispositivo inalámbrico mida los canales basados al menos parcialmente en los recursos NZP, CSI-RS. El circuito de procesamiento está configurado para hacer que el dispositivo inalámbrico envíe información del estado de un canal, CSI, el reporte de realimentación basado, al menos parcialmente, en: las medidas del canal y la configuración de cantidad de reporte. El reporte de realimentación CSI incluye al menos una de las primeras realimentaciones CSI y una segunda realimentación CSI.

En algunas aplicaciones de este aspecto, la primera realimentación CSI contiene una CSI para cada uno de los recursos K NZP CSI-RS. En algunas aplicaciones de este aspecto, la segunda realimentación CSI contiene una CSI para una transmisión de junta no coherente, NC-JT, y transmisión de baja latencia ultra segura (URLL). En algunas aplicaciones de este aspecto, la segunda realimentación CSI incluye un primer indicador de rango y un primer indicador de matriz de precodificación asociados con un primer recurso NZP CSI-RS, y un segundo indicador de rango y un segundo indicador de matriz de precodificación asociados con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de calidad de canal adjunto condicionado en los indicadores de primer y segundo rango y de matriz de precodificación. En algunas aplicaciones de este aspecto,

la segunda realimentación CSI incluye un primer indicador de rango y un primer indicador de capa asociados con un primer recurso NZP CSI-RS, y un segundo indicador de rango y un segundo indicador de capa asociados con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de calidad de canal adjunto condicionado en los indicadores de primer y segundo rango y de capa.

En algunas aplicaciones de este aspecto, la segunda realimentación CSI incluye más identidades de los primeros y segundos recursos NZP CSI-RS. En algunas aplicaciones de este aspecto, el circuito de procesamiento tiene configuración adicional para hacer que el dispositivo inalámbrico determine si incluye la segunda realimentación CSI en el reporte de realimentación CSI. En algunas aplicaciones de este aspecto, el circuito de procesamiento tiene configuración adicional para hacer que el dispositivo inalámbrico determine si incluye la segunda realimentación al estar configurado para hacer que el dispositivo inalámbrico determine si incluye la segunda realimentación CSI si cada rango de la primera realimentación CSI está por debajo de un valor mínimo. En algunas aplicaciones de este aspecto, el reporte de realimentación CSI contiene además un indicador de si la segunda realimentación CSI está presente en el reporte de realimentación CSI. En algunas aplicaciones de este aspecto, el reporte de realimentación CSI incluye solo la segunda realimentación CSI.

De acuerdo a otro aspecto adicional de este descubrimiento, se proporciona un nodo de red configurado para comunicarse con un dispositivo inalámbrico. El nodo de red incluye el circuito de procesamiento. El circuito de procesamiento está configurado para hacer que el nodo de red configure el dispositivo inalámbrico con la información de estado de un canal, CSI, el ajuste de reporte para al menos la señal de referencia de información de estado de canal K>1 de potencia no cero, recursos NZP CSI-RS para medición de canal y una configuración de cantidad de reporte, con K como un número entero. El circuito de procesamiento está configurado para hacer que el nodo de red envíe una solicitud de reporte de realimentación CSI para medición y realimentación basada al menos parcialmente en el ajuste de reporte CSI. El circuito de procesamiento está configurado para hacer que el nodo de red reciba la información de estado de un canal, CSI, el reporte de realimentación, el reporte de realimentación CSI basado al menos parcialmente en el ajuste de reporte CSI y el reporte de realimentación CSI

incluyendo al menos una de las primeras realimentaciones CSI y una segunda realimentación CSI.

En algunas aplicaciones de este aspecto, la primera realimentación CSI contiene una CSI para cada uno de los recursos K NZP CSI-RS. En algunas aplicaciones de este aspecto, la segunda realimentación CSI contiene una CSI para una transmisión de junta no coherente, NC-JT, y transmisión de baja latencia ultra segura (URLL). En algunas aplicaciones de este aspecto, la segunda realimentación CSI incluye un primer indicador de rango y un primer indicador de matriz de precodificación asociados con un primer recurso NZP CSI-RS, y un segundo indicador de rango y un segundo indicador de matriz de precodificación asociados con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de calidad de canal adjunto condicionado en los indicadores de primer y segundo rango y de matriz de precodificación.

En algunas aplicaciones de este aspecto, la segunda realimentación CSI incluye un primer indicador de rango y un primer indicador de capa asociados con un primer recurso NZP CSI-RS, y un segundo indicador de rango y un segundo indicador de capa asociados con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de calidad de canal adjunto condicionado en los indicadores de primer y segundo rango y de capa. En algunas aplicaciones de este aspecto, la segunda realimentación CSI incluye más identidades de los primeros y segundos recursos NZP CSI-RS. En algunas aplicaciones de este aspecto, el reporte de realimentación CSI incluye la primera y la segunda realimentación CSI. En algunas aplicaciones de este aspecto, el reporte de realimentación CSI incluye la segunda realimentación CSI si cada rango de la primera realimentación CSI está por debajo de un valor mínimo. En algunas aplicaciones de este aspecto, el reporte de realimentación CSI contiene además un indicador de si la segunda realimentación CSI está presente o no en el reporte de realimentación CSI. En algunas aplicaciones de este aspecto, el reporte de realimentación CSI incluye solo la segunda realimentación CSI.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Una comprensión más completa de las presentes aplicaciones, y las ventajas y características correspondientes de las mismas, se entenderá más fácilmente por

referencia a la siguiente descripción detallada cuando se considere junto con las ilustraciones adjuntas:

La FIG. 1 ilustra un ejemplo de una estructura en el dominio del tiempo NR con un espaciado de subportadoras de 15 kHz;

La FIG. 2 ilustra un ejemplo de una red de recursos físicos NR;

La FIG. 3 ilustra un ejemplo de una estructura de transmisión del modo de multiplexación espacial precodificado en LTE;

La FIG. 4 ilustra un ejemplo de una transmisión de datos NR MIMO a través de múltiples antenas;

La FIG. 5 ilustra un ejemplo de asignación de RE para un recurso CSI-RS de 12 puertos en NR;

La FIG. 6 ilustra un ejemplo de NC-JT;

La FIG. 7 ilustra un ejemplo de transmisión de una sola CW a través de múltiples TRP;

La FIG. 8 ilustra un ejemplo de transmisión de datos a través de múltiples TRP para aumentar la confiabilidad;

La FIG. 9 es un diagrama esquemático de una arquitectura de red ejemplar que ilustra un sistema de comunicación conectado a través de una red intermedia a un ordenador anfitrión de acuerdo con los principios de la presente información;

La FIG. 10 es un diagrama de bloques de un ordenador anfitrión que se comunica a través de un nodo de red con un dispositivo inalámbrico a través de una conexión al menos parcialmente inalámbrica de acuerdo con algunas aplicaciones de la presente información;

La FIG. 11 es un diagrama de flujo que ilustra métodos ejemplares implementados en un sistema de comunicación que incluye un ordenador anfitrión, un nodo de red y un dispositivo inalámbrico para ejecutar la aplicación de cliente en un dispositivo inalámbrico según algunas aplicaciones de la presente información;

La FIG. 12 es un diagrama de flujo que ilustra métodos ejemplares implementados en un sistema de comunicación que incluye un ordenador anfitrión, un nodo de red y un dispositivo inalámbrico para recibir los datos de usuario en un dispositivo inalámbrico según algunas aplicaciones de la presente información;

La FIG. 13 es un diagrama de flujo que ilustra métodos ejemplares implementados en un sistema de comunicación que incluye un ordenador anfitrión, un nodo de red y un dispositivo inalámbrico para recibir datos del usuario de un dispositivo inalámbrico en un ordenador anfitrión según algunas aplicaciones de la presente información;

La FIG. 14 es un diagrama de flujo que ilustra métodos ejemplares implementados en un sistema de comunicación que incluye un ordenador anfitrión, un nodo de red y un dispositivo inalámbrico para recibir los datos de usuario en un ordenador anfitrión según algunas aplicaciones de la presente información;

La FIG. 15 es un diagrama de flujo de un proceso ejemplar en un nodo de red para la unidad de establecimiento de informes de acuerdo con algunas aplicaciones de la presente información;

La FIG. 16 es un diagrama de flujo de un proceso ejemplar en un dispositivo inalámbrico para la unidad de informes según algunas aplicaciones de la presente información;

La FIG. 17 ilustra un ejemplo de indicación de capas para realimentación NC-JT CSI según algunas aplicaciones de la presente información; y

La FIG. 17 ilustra un ejemplo de realimentación CSI para URLLC según algunas aplicaciones de la presente información.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Un enfoque alternativo a NC-JT es usar un solo PDSCH y un solo CW sobre múltiples TRPs, se muestra un ejemplo en la FIG. 7, donde se transmiten diferentes capas desde tres TRPs. Esto permite la transmisión de datos a través de más de 2 TRP.

En un escenario, un nodo de red (por ejemplo, gNB) puede configurar un DI con múltiples configuraciones de informes CSI, algunos para DPS y el otro para NC-JT. Posteriormente, el DI retroalimenta dos informes CSI, uno para la selección dinámica de punto (DPS) y el otro para NC-JT. El nodo de red (por ejemplo, gNB) puede decidir si utilizar DPS o NC-JT basándose en los informes de CSI, al igual que en otra información disponible en el nodo de red (por ejemplo, gNB). En otro escenario, el nodo de red (por ejemplo, gNB) puede configurar un DI con N> 1 NZP CSI-RS recursos, cada uno asociado con un TRP, en una configuración de recurso

CSI como parte de una configuración de informes CSI para la medición del canal. Se le puede permitir al DI seleccionar m = (1, 2, …, N) recursos NZP CSI-RS preferidos. En este caso, el DI retroalimentaría un solo informe CSI que incluiría al menos un indicador de "Número de recursos seleccionados", es decir, NSRI, que indica cuántos recursos se seleccionan junto con un conjunto de indicadores de recursos CSI-RS seleccionados (CRI), es decir, $\{\mathrm{CRI}_1, \ldots, \mathrm{CRI}_{\mathrm{NRI}}\}$. NSRI = 1 puede significar que solo se selecciona un único TRP, es decir, se prefiere la transmisión DPS, mientras que NRI> 1 puede indicar que se prefiere la transmisión NC-JT.

Transmisión Multi-TRP para comunicación de baja latencia ultra confiable (URLLC)

Además de utilizar la transmisión multi-TRP para mejorar el rendimiento de los datos y aumentar la eficiencia espectral, otra aplicación de la transmisión multi-TRP es proporcionar una mayor confiabilidad para la transmisión de datos, en una especie de "diversidad TRP", que puede ser útil particularmente en algunas aplicaciones esenciales de misión. como conducción de automóviles, control industrial y automatización de fábricas. En estas aplicaciones, los requisitos críticos son la confiabilidad (por ejemplo, baja tasa de error de bloque (BLER) y/o latencia. En este caso, se puede transmitir un mismo paquete de datos a través de múltiples TRP como se muestra en la FIG. 8, como ejemplo, donde los dos PDSCH llevan la misma carga útil de datos codificados pero con las mismas o diferentes versiones de redundancia (RV) de modo que el DI puede realizar una combinación suave de los datos recibidos de los dos PDSCH.

Pueden usarse recursos de tiempo/frecuencia iguales o diferentes para el PDSCH transmitido en diferentes TRP. Cuando se usa el mismo recurso de tiempo y frecuencia en diferentes TRP, se usan diferentes capas MIMO para los PDSCH transmitidos desde diferentes TRP y un receptor MIMO en el DI debería ser capaz de separar las capas MIMO para la decodificación PDSCH. En este caso, cada capa/PDSCH puede utilizar señales de referencia que son ortogonales a las señales de referencia utilizadas por otras capas transmitidas/PDSCH en el mismo recurso. En otro escenario, se pueden usar diferentes recursos de tiempo y frecuencia en diferentes TRPs. La palabra de código transportada por los PDSCH de diferentes TRP puede tener el mismo o diferente RV y la combinación suave se realiza en el DI. El *Chase*

Combining (CC) se puede realizar cuando se usa el mismo RV, mientras que la combinación suave basada en redundancia incremental (IR) se puede realizar cuando se utilizan diferentes RV.

En otro escenario, el mismo PDSCH puede repetirse simplemente sobre múltiples TRP en el mismo recurso y con el mismo puerto DMRS y el mismo RV y la señal compuesta es recibida por el DI en forma de red de frecuencia única (SFN). Por lo tanto, en este caso, los múltiples TRP están "ocultos" desde la perspectiva del DI, ya que el DI solo observa una capa. Por lo general, esto funciona en implementaciones pequeñas, como en interiores, y en frecuencias portadoras bajas a medias. Actualmente, solo la transmisión multi-TRP basada en DPS es compatible con NR, por lo que no se especifica ninguna realimentación CSI NC-JT. Aunque la realimentación CSI similar a LTE para NC-JT podría usarse en teoría en NR, existen algunas limitaciones. Para admitir la conmutación dinámica entre la transmisión TRP única y la transmisión NC-JT a través de varios TRP, se pueden configurar varios ajustes de informe CSI para un DI. Desafortunadamente, la sobrecarga de realimentación puede ser grande, particularmente cuando se implementa una gran cantidad de puertos de antena por TRP. Por ejemplo, si un DI está configurado con tres TRP y los datos se pueden transmitir desde cualquiera de los TRP al DI en el caso de DPS, o desde dos de los TRP en el caso de NC-JT, entonces para admitir la selección dinámica de TRP y conmutación dinámica entre DPS y NC-JT, es posible que el DI deba configurarse para medir e informar los siguientes CSIs:

-CSI # 1 para TRP # 1, CSI # 2 para TRP # 2, CSI # 3 para TRP # 3, para DPS

-Cada CSI incluye {RI, PMI y CQI}

-NC-JT CSI # 4 para {TRP # 1, TRP # 2}, NC-JT CSI # 5 para {TRP # 1, TRP # 3}, NC-JT CSI # 6 para {TRP # 2, TRP # 3 }

-Cada NC-JT CSI incluye un par de {RI, PMI, CQI}, uno asociado con cada TRP en el par de TRP correspondiente

En comparación con DPS, la sobrecarga de CSI para admitir la conmutación dinámica entre DPS y NC-JT se incrementaría casi tres veces en comparación con DPS solo si se utiliza el enfoque actual de informes NR o LTE CSI.

La realimentación CSI para la transmisión multi-TRP para URLLC no se admite actualmente en NR al considerar la combinación suave de múltiples PDSCH

en el DI. Por lo tanto, existen problemas al permitir la conmutación dinámica entre un TRP único y la transmisión URLLC sin aumentar significativamente la sobrecarga de realimentación CSI.

En consecuencia, algunas aplicaciones de esta información proporcionan técnicas para la realimentación CSI conjunta que respalda la posibilidad de realizar una conmutación dinámica entre una transmisión TRP única con DPS y NC-JT, que puede incluir uno o más de los siguientes:

1. Se configura una única configuración de informe CSI para una hipótesis de transmisión de TRP única y de transmisión NC-JT. Para el caso de tres TRPs configurados para el DI, la hipótesis de transmisión de TRP único incluye tres transmisiones de TRP individuales cada una desde uno de los tres TRPs, y la hipótesis de transmisión de NC JT incluye tres transmisiones de NC-JT cada una desde un par de TRPs de los tres TRPs.
2. Si el CSI para NC-JT se informa en el informe de CSI es determinado por el DI y depende de algunas condiciones. Una de esas condiciones está relacionada con los rangos estimados de cada una de las hipótesis de transmisión de TRP individuales. Cuando el rango de cualquier TRP es mayor que un umbral configurado (por ejemplo, 2), el CSI para la hipótesis de transmisión NC-JT no se informa.
    a. El CSI para la hipótesis de transmisión NC-JT se informa únicamente cuando el rango de la hipótesis CSI de transmisión TRP única para todos los TRP es igual o inferior al umbral
    b. En otro ejemplo, la condición puede estar relacionada con los rendimientos de DI estimados con transmisiones individuales y NC-JT. Si el rendimiento con NC-JT es menor que con la transmisión de TRP único en cualquiera de los pares de TRP sobre los que se asumió la transmisión de NC-JT.

3. Cuando se informa un NC-JT CSI, no se informa ningún PMI adicional por TRP en el NC-JT CSI específico. Cuando el rango del CSI de la hipótesis de transmisión NC-JT para un TRP es el mismo que el rango correspondiente para el CSI de hipótesis de transmisión TRP único, el PMI para la hipótesis de transmisión del NC-JT es el mismo que el del CSI de la hipótesis de transmisión del TRP único. Cuando el rango de un TRP para la hipótesis de transmisión NC-JT es menor que el del CSI de hipótesis de transmisión TRP único, un subconjunto de las capas del CSI de hipótesis de transmisión TRP único se utiliza para la hipótesis de transmisión de NC-JT y un indicador de capa se informa como parte de la hipótesis de transmisión NC-JT CSI que se refiere a la hipótesis de transmisión de TRP única CSI.
4. Se utiliza codificación CSI de dos partes: la primera parte tiene un tamaño de carga útil fijo y contiene los rangos para el CSI de hipótesis de transmisión TRP único. La segunda parte tiene un tamaño de carga útil variable y contiene el CSI restante.

Para los requisitos de transmisión de URLLC, la realimentación CSI conjunta que respalda la posibilidad de realizar una conmutación dinámica entre una transmisión TRP única y URLLC también se proporciona en algunas aplicaciones de esta información, que pueden incluir una o más de las siguientes:

1. Se configura un único informe de CSI tanto para la realimentación de hipótesis de transmisión de TRP como para la realimentación de CSI de URLLC.
2. El rango por TRP para la realimentación de CSI de URLLC puede restringirse en una aplicación a 1 y, por lo tanto, el rango en este caso no se informa en CSI para URLLC.
3. No se informa ningún PMI dedicado por TRP para URLLC CSI. En su lugar, una de las capas MIMO de un solo TRP CSI para cada TRP se selecciona y se informa utilizando un indicador de capa (LI) por TRP. El ancho de bits para el indicador de capa varía según el rango del CSI de hipótesis de transmisión TRP único. Si se selecciona una sola capa, no se retroalimenta ningún LI para este TRP.

4. Puede usarse codificación CSI de dos partes: la primera parte tiene un tamaño de carga útil fijo y contiene los rangos para la CSI de TRP única. La segunda parte tiene un tamaño de carga útil variable y contiene el CSI restante incluyendo el URLLC CSI.

Algunas aplicaciones proporcionadas en esta información introducen ventajosamente realimentación CSI que permite al nodo de red (por ejemplo, gNB) realizar una conmutación dinámica entre una transmisión TRP única y NC-JT o URLLC con una sobrecarga de realimentación CSI baja (en comparación con las técnicas de realimentación CSI existentes).

Antes de describir en detalle las aplicaciones ejemplares, se observa que las aplicaciones residen principalmente en combinaciones de componentes de aparatos y etapas de procesamiento relacionadas con realimentación CSI de baja sobrecarga para transmisión multi-trp. Por consiguiente, los componentes se han representado, según corresponde, mediante símbolos convencionales en los diagramas, mostrando solo aquellos detalles específicos que son pertinentes para comprender las aplicaciones y así no oscurecer la divulgación con detalles que serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica que tienen el beneficio de la descripción aquí contenida. Los números similares se refieren a elementos similares a lo largo de la descripción.

Tal como se usa en este documento, los términos relacionales, como "primero" y "segundo", "arriba" y "abajo", y similares, se pueden usar únicamente para distinguir una entidad o elemento de otra entidad o elemento sin necesariamente requerir o implicar relación física o lógica u orden entre tales entidades o elementos. La terminología utilizada en el presente documento tiene el propósito de describir únicamente modalidades particulares y no pretende limitar los conceptos aquí descritos. Como se utiliza en este documento, las formas singulares "un", "uno", "una", "el" y "la" tienen la intención de incluir también los referentes plurales, a menos que el contexto indique claramente otra cosa. Se entenderá además que los términos "comprende", "que comprende", "incluye" y/o "incluyendo" cuando se utilicen en el presente documento, especifican la presencia de características, números enteros, pasos, operaciones, elementos y/o componentes declarados, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características, números enteros, pasos, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

En las aplicaciones descritas en el presente documento, el término de conjunción, "en comunicación con" y similares, puede usarse para indicar comunicación eléctrica o de datos, que puede lograrse mediante contacto físico, inducción, radiación electromagnética, señalización de radio, señalización infrarroja o señalización óptica, por ejemplo. Un experto en la materia apreciará que múltiples componentes pueden interoperar y que son posibles modificaciones y variaciones para lograr la comunicación eléctrica y de datos.

En algunas aplicaciones descritas en el presente documento, el término "acoplado", "conectado" y similares, puede usarse en el presente documento para indicar una conexión, aunque no necesariamente de manera directa, y puede incluir conexiones cableadas y/o inalámbricas.

El término "nodo de red" utilizado en este documento puede ser cualquier tipo de nodo de red comprendido en una red de radio que puede incluir además cualquier estación base (BS), estación base de radio, estación transceptora base (BTS), controlador de estación base (BSC), controlador de red de radio (RNC), g Nodo B (gNB), Nodo B evolucionado (eNB o eNodeB), Nodo B, nodos de radio de radio multi-estándar (MSR) tales como MSR BS, entidad de coordinación multi-cell/multicast (MCE) , nodo de relay, relay de control de nodo donante, punto de acceso de radio (AP), puntos de transmisión, nodos de transmisión, Unidad de radio remota (RRU) Frontal de radio remota (RRH), un nodo de red central (por ejemplo, entidad de gestión móvil (MME), nodo auto organizativo de red (SON), un nodo de coordinación, nodo de posicionamiento, nodo MDT, etc.), un nodo externo (por ejemplo, un nodo de terceros, un nodo externo a la red actual), nodos en el sistema de antena distribuida (DAS), un nodo del sistema de acceso al espectro (SAS), un sistema de gestión de elementos (EMS), etc. El nodo de red también puede incluir un equipo de prueba. En algunas aplicaciones, el nodo de red puede incluir uno o más TRP. En algunas aplicaciones, múltiples TRP pueden estar ubicados en un solo nodo de red o pueden estar distribuidos en más de un nodo de red. El término "nodo de radio" utilizado en el presente documento también se puede utilizar para indicar un dispositivo inalámbrico (DI) tal como un dispositivo inalámbrico (DI) o un nodo de red de radio.

En algunas aplicaciones, los términos no limitativos dispositivo inalámbrico (DI) o equipo de usuario (UE) se usan indistintamente. El DI en este documento puede ser cualquier tipo de dispositivo inalámbrico capaz de comunicarse con un nodo de red u otro DI a través de señales de radio, como un dispositivo inalámbrico (DI). El DI también puede ser un dispositivo de comunicación por radio, dispositivo de destino, DI dispositivo a dispositivo (D2D), máquina tipo DI o DI capaz de comunicación de máquina a máquina (M2M), DI de bajo costo y/o baja complejidad, un sensor equipado con DI, tableta, terminales móviles, teléfono inteligente, ordenador portátil embebido (LEE), equipo montado en ordenador portátil (LME), dongles USB, equipo en las instalaciones del cliente (CPE), un dispositivo de Internet de las cosas (IoT) o un dispositivo IoT de banda estrecha (NB) -IOT), etc.

Además, en algunas aplicaciones se usa el término genérico "nodo de red de radio". Puede ser cualquier tipo de nodo de red de radio que puede incluir cualquier estación base, estación base de radio, estación transceptora base, controlador de estación base, controlador de red, RNC, Nodo B evolucionado (eNB), Nodo B, gNB, Entidad de coordinación multi-cell/multicast (MCE), nodo de relay, punto de acceso, punto de acceso de radio, Unidad de radio remota (RRU) Frontal de radio remoto (RRH).

En algunas aplicaciones, un TRP puede estar asociado con un nodo de red. En algunas aplicaciones, un multi-trp puede incluir más de un TRP asociado con uno o más nodos de red.

Aunque la descripción en este documento puede explicarse en el contexto de un canal de enlace descendente (DL) (por ejemplo, PDSCH), debe entenderse que los principios también pueden ser aplicables a otros canales, como, por ejemplo, otros canales DL, o incluso algunos canales de enlace ascendente (por ejemplo, PUSCH).

Cualquiera de las dos o más aplicaciones descritas en este documento se pueden combinar de cualquier manera entre sí.

Tenga en cuenta que, aunque la terminología de un sistema inalámbrico en particular, como, por ejemplo, 3GPP LTE y/o New Radio (NR), puede usarse en esta información, esto no debe verse como una limitación del alcance de la información únicamente al sistema mencionado anteriormente. Otros sistemas inalámbricos, incluyen, entre otros, Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha

(WCDMA), la Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas (WiMax), la Banda Ancha Ultra Móvil (UMB) y el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM), también pueden beneficiarse de la explotación de ideas cubiertas dentro de esta información.

Obsérvese además que las funciones descritas en el presente documento como realizadas por un dispositivo inalámbrico o un nodo de red pueden distribuirse entre una pluralidad de dispositivos inalámbricos y/o nodos de red. En otras palabras, se contempla que las funciones del nodo de red y del dispositivo inalámbrico descritos en este documento no se limitan al rendimiento de un solo dispositivo físico y, de hecho, pueden distribuirse entre varios dispositivos físicos.

A menos que se defina lo contrario, todos los términos (incluidos los términos técnicos y científicos) utilizados en el presente documento tienen el mismo significado que se entiende comúnmente por habilidad ordinaria en el campo al que pertenece esta información. Además, se entenderá que los términos utilizados en el presente documento deben interpretarse de manera coherente con su significado en el contexto de esta especificación y el arte pertinente, y que no se interpretarán en un sentido idealizado o excesivamente formal, a menos que así se defina expresamente en el presente documento.

Con referencia de nuevo a las figuras de los gráficos, en las que se hace referencia a elementos similares con números de referencia similares, se muestra en la FIG. 9 un diagrama esquemático de un sistema de comunicación 10, según una aplicación, como una red celular tipo 3GPP que puede soportar estándares como LTE y/o NR (5G), que incluye una red de acceso 12, como un acceso por radio red y una red central 14. La red de acceso 12 incluye una pluralidad de nodos de red 16a, 16b, 16c (denominados colectivamente nodos de red 16), tales como NB, eNB, gNB u otros tipos de puntos de acceso inalámbricos, cada uno de los cuales define un área de cobertura correspondiente 18a, 18b, 18c (denominadas colectivamente áreas de cobertura 18). Cada nodo de red 16a, 16b, 16c se puede conectar a la red central 14 a través de una conexión 20 cableada o inalámbrica. Un primer dispositivo inalámbrico (DI) 22a ubicado en el área de cobertura 18a está configurado para conectarse de forma inalámbrica al nodo de red correspondiente 16a o para ser buscado por él. Un segundo DI 22b en el área de cobertura 18b se puede conectar de forma inalámbrica al

correspondiente nodo de red 16b. Si bien en este ejemplo se ilustra una pluralidad de DI 22a, 22b (denominados colectivamente dispositivos inalámbricos 22), las aplicaciones descritas son igualmente aplicables a una situación en la que un único DI está en el área de cobertura o donde un único DI se conecta al correspondiente nodo de red 16. Tenga en cuenta que, aunque solo se muestran dos DI 22 y tres nodos 16 de red por conveniencia, el sistema de comunicación puede incluir muchos DI 22 y nodos de red 16 más.

Además, se contempla que un DI 22 pueda estar en comunicación simultánea y/o configurarse para comunicarse por separado con más de un nodo de red 16 y más de un tipo de nodo de red 16. Por ejemplo, un DI 22 puede tener conectividad dual con un nodo de red 16 que admita LTE y el mismo nodo de red 16 o uno diferente que admita NR. Por ejemplo, DI 22 puede estar en comunicación con un eNB para LTE/E-UTRAN y un gNB para NR/NG-RAN.

El sistema de comunicación 10 se puede conectar a sí mismo con un ordenador anfitrión 24, que se puede incorporar al hardware y/o al software de un servidor independiente, un servidor implementado en la nube, un servidor distribuido o como recursos de procesamiento en una torre de servidores. El ordenador anfitrión 24 puede estar bajo propiedad o control de un proveedor de servicios, o puede ser operada por el proveedor de servicios o a nombre del proveedor de servicios. Las conexiones 26, 28 entre el sistema de comunicación 10 y el ordenador anfitrión 24 pueden extenderse directamente desde la red central 14 al ordenador anfitrión 24 o pueden extenderse a través de una red intermedia 30 opcional. La red intermedia 30 puede ser una o una combinación de más de una red pública, privada o alojada. La red intermedia 30, si la hay, puede ser una red troncal o Internet. En algunas aplicaciones, la red intermedia 30 puede incluir dos o más subredes (no mostradas).

El sistema de comunicación de la FIG. 9 en su conjunto permite la conectividad entre uno de los DI conectados 22a, 22b y el ordenador anfitrión 24. La conectividad se puede describir como una conexión over-the-top (OTT). El ordenador anfitrión 24 y los DI conectados 22a, 22b están configurados para comunicar datos y/o señalización a través de la conexión OTT, utilizando la red de acceso 12, la red central 14, cualquier red intermedia 30 y una posible infraestructura adicional (no mostrada) como intermediaria La conexión OTT puede ser transparente en la medida

de que por lo menos algunos de los Dispositivos de comunicación participantes a través de los cuales pasa la conexión OTT desconocen el enrutamiento de las comunicaciones de enlace ascendente y enlace descendente. Por ejemplo, un nodo de red 16 puede que no sea o no necesite ser informado sobre el enrutamiento pasado de una comunicación de enlace descendente entrante con datos que se originan en un ordenador anfitrión 24 para ser reenviados (por ejemplo, entregados) a un DI 22a conectado. De manera similar, el nodo de red 16 no necesita ser consciente del futuro enrutamiento de una comunicación de enlace ascendente saliente que se origina desde el DI 22a hacia el ordenador anfitrión 24.

En algunas aplicaciones, un nodo de red 16 está configurado para incluir una unidad de configuración de informes 32 que está configurada para:

configurar el dispositivo inalámbrico con una información de estado de canal, CSI, ajuste de informe para al menos K>1 señal de referencia de información de estado de canal de potencia diferente a cero, NZP CSI-RS, recursos para medición de canal y una configuración de cantidad de reporte, siendo K un número entero;

enviar una solicitud de informe de realimentación de CSI para la medición de CSI y realimentación basada, al menos en parte, en la configuración del informe de CSI; y

recibir una información de estado del canal, CSI, informe de realimentación, el informe de realimentación de CSI basado al menos en parte en la configuración del informe de CSI y el informe de realimentación de CSI que incluye al menos la primera realimentación de CSI y una segunda realimentación de CSI.

En algunas aplicaciones, un nodo de red 16 está configurado para incluir una unidad de configuración de informes 32 la cual es configurada para uno o más de las siguientes:

enviar transmisiones de canal de enlace descendente desde un único punto de transmisión (TRP) y/o múltiples puntos de transmisión (multi-trp);

configurar el DI con un ajuste de informe de información de estado de canal (CSI) con K> 1 recursos de señal de referencia de información de estado de canal de potencia distintos de cero (NZP CSI-RS), cada uno asociado con un TRP; y/o

solicitar un informe de realimentación CSI del DI basado en la configuración del informe CSI asumiendo la transmisión de datos de cada uno de los K TRP y la transmisión de datos de cada uno de los M> 1 TRP de los K TRP; y/o

programar las transmisiones del canal de enlace descendente al DI según el informe de realimentación de CSI.

En algunas aplicaciones, un dispositivo inalámbrico 22 está configurado para incluir una unidad de informe 34 que está configurada para:

recibir la configuración de la información de estado de canal, CSI, ajuste de informe para al menos una K>1 señal de referencia de información de estado de canal de potencia diferente a cero, NZP CSI-RS, recursos para medición de canal y una configuración de cantidad de reporte, en la que K es un número entero;

enviar una solicitud de informe de realimentación de CSI para la medición de CSI y realimentación basada, al menos en parte, en la configuración del informe de CSI; y

medir canales basados, al menos en parte, en los recursos NZP CSI-RS; y

enviar un informe de realimentación de información de estado del canal, CSI, basado al menos en parte en:

las medidas del canal; y

la configuración de la cantidad del informe; y

el informe de realimentación de CSI incluye al menos uno de entre una primera realimentación de CSI y una segunda realimentación de CSI.

En algunas aplicaciones, un dispositivo inalámbrico 22 está configurado para incluir una unidad de informe 34 la cual está configurada para uno o más de los siguientes:

configurar la solicitud de realimentación de CSI basada en la configuración de reporte de información de estado de canal (CSI) con K> 1 recursos de señal de referencia de información de estado de canal de potencia distintos de cero (NZP CSI-RS), cada uno asociado con un TRP; y/o

medir y retroalimentar un informe de realimentación de información de estado de canal (CSI) asumiendo la transmisión de datos de cada uno de los K TRP y la transmisión de datos de cada uno de M> 1 TRP de los K TRP con base en la configuración del informe CSI recibido.

Implementaciones de ejemplo, de acuerdo con una aplicación, del DI 22, el nodo de red 16 y el ordenador anfitrión 24 discutidos en los párrafos anteriores se describirán ahora con referencia a la FIG. 10. En un sistema de comunicación 10, un ordenador anfitrión 24 incluye hardware (HW) 38 que incluye una interfaz de comunicación 40 preparada para configurar y mantener una conexión cableada o inalámbrica con una interfaz de un dispositivo de comunicación diferente del sistema de comunicación 10. El ordenador anfitrión 24 incluye además circuitos de procesamiento 42, que pueden tener capacidades de almacenamiento y/o procesamiento. El circuito de procesamiento 42 puede incluir un procesador 44 y una memoria 46. En particular, además de o en lugar de un procesador, tal como una unidad central de procesamiento, y la memoria, el circuito de procesamiento 42 puede incluir un circuito integrado para procesar y/o controlar, por ejemplo, uno o más procesadores y/o núcleos de procesador y/o FPGAs (Configuración de Portal de Campo Programable) y/o ASICs (Circuitos Integrados de Aplicación Específica) adaptados para ejecutar instrucciones. El procesador 44 puede configurarse para acceder (es decir, escribir y/o leer desde) la memoria 46, que puede incluir cualquier tipo de memoria volátil y/o no volátil, por ejemplo, memoria caché y/o memoria intermedia y/o RAM (memoria de acceso aleatorio) y/o ROM (memoria de solo lectura) y/o memoria óptica y/o EPROM (memoria de solo lectura programable borrable).

El circuito de procesamiento 42 puede configurarse para controlar cualquiera de los métodos y/o procesos descritos en este documento y/o hacer que dichos métodos y/o procesos se realicen, por ejemplo, mediante el ordenador anfitrión 24. El procesador 44 corresponde a uno o más procesadores 44 para realizar las funciones del ordenador anfitrión 24 descritas en el presente documento. El ordenador anfitrión 24 incluye una memoria 46 que está configurada para almacenar datos, código de software programático y/u otra información descrita en este documento. En algunas aplicaciones, el software 48 y/o la aplicación anfitriona 50 pueden incluir instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador 44 y/o el circuito de procesamiento 42, hacen que el procesador 44 y/o el circuito de procesamiento 42 realicen los procesos descritos en este documento con respecto a al ordenador

anfitrión 24. Las instrucciones pueden ser software asociado con el ordenador anfitrión 24.

El software 48 puede ser ejecutado por el circuito de procesamiento 42. El software 48 incluye una aplicación anfitriona 50. La aplicación anfitriona 50 puede ser operativa para proporcionar un servicio a un usuario remoto, tal como un DI 22 que se conecta a través de una conexión OTT 52 que termina en el DI 22 y en el ordenador anfitrión 24. Al proporcionar el servicio al usuario remoto, la aplicación anfitriona 50 puede proporcionar datos de usuario que se transmiten usando la conexión OTT 52. Los "datos de usuario" pueden ser datos e información descritos en el presente documento que implementan la funcionalidad descrita. En una aplicación, el ordenador anfitrión 24 puede configurarse para proporcionar control y funcionalidad a un proveedor de servicios y puede ser operado por el proveedor de servicios o a nombre del proveedor de servicios. El circuito de procesamiento 42 del ordenador anfitrión 24 puede permitir que el ordenador anfitrión 24 observe, supervise, controle, transmita y/o reciba desde el nodo de red 16 y/o el dispositivo inalámbrico 22. El circuito de procesamiento 42 del ordenador anfitrión 24 puede incluir una unidad de monitorización 54 configurada para permitir que el proveedor de servicios observe, monitorice, controle, transmita y/o reciba desde el nodo de red 16 y/o el dispositivo inalámbrico 22.

El sistema de comunicación 10 incluye además un nodo de red 16 proporcionado en un sistema de comunicación 10 e incluye hardware 58 que le permite comunicarse con el ordenador anfitrión 24 y con el DI 22. El hardware 58 puede incluir una interfaz de comunicación 60 para configurar y mantener una conexión cableada o inalámbrica con una interfaz de un dispositivo de comunicación diferente del sistema de comunicación 10, así como una interfaz de radio 62 para configurar y mantener al menos una conexión inalámbrica. 64 con un DI 22 ubicado en un área de cobertura 18 atendida por el nodo de red 16. La interfaz de radio 62 puede estar formada o puede incluir, por ejemplo, uno o más transmisores de RF, uno o más receptores de RF y/o uno o más transceptores de RF. La interfaz de comunicación 60 puede configurarse para facilitar una conexión 66 al ordenador anfitrión 24. La conexión 66 puede ser directa o puede pasar a través de una red

central 14 del sistema de comunicación 10 y/o a través de una o más redes intermedias 30 fuera del sistema de comunicación 10.

En la aplicación mostrada, el hardware 58 del nodo de red 16 incluye además un circuito de procesamiento 68. El circuito de procesamiento 68 puede incluir un procesador 70 y una memoria 72. En particular, además de o en lugar de un procesador, tal como una unidad central de procesamiento, y la memoria, el circuito de procesamiento 68 puede incluir un circuito integrado para procesamiento y/o control, por ejemplo, uno o más procesadores y/o núcleos de procesador y/o FPGAs (Configuración de Portal de Campo Programable) y/o ASICs (Circuitos Integrados de Aplicación Específica) adaptados para ejecutar instrucciones. El procesador 70 puede configurarse para acceder (es decir, escribir y/o leer desde) la memoria 72, que puede incluir cualquier tipo de memoria volátil y/o no volátil, por ejemplo, memoria caché y/o memoria intermedia y/o RAM (memoria de acceso aleatorio) y/o ROM (memoria de solo lectura) y/o memoria óptica y/o EPROM (memoria de solo lectura programable borrable).

Por lo tanto, el nodo de red 16 tiene además el software 74 almacenado internamente en, por ejemplo, la memoria 72, o almacenado en una memoria externa (por ejemplo, base de datos, matriz de almacenamiento, dispositivo de almacenamiento de red, etc.) accesible por el nodo de red 16 a través de una conexión externa. El software 74 puede ser ejecutado por el circuito de procesamiento 68. El circuito de procesamiento 68 puede configurarse para controlar cualquiera de los métodos y/o procesos descritos en este documento y/o hacer que dichos métodos y/o procesos se realicen, por ejemplo, mediante el nodo de red 16. El procesador 70 corresponde a uno o más procesadores 70 para realizar las funciones del nodo de red 16 descritas en el presente documento. La memoria 72 está configurada para almacenar datos, código de software programático y/u otra información descrita en este documento. En algunas aplicaciones, el software 74 puede incluir instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador 70 y/o el circuito de procesamiento 68, hacen que el procesador 70 y/o el circuito de procesamiento 68 realicen los procesos descritos en este documento con respecto al nodo de red 16, tales como el proceso descrito con referencia a la FIG. 15 y las demás figuras. Por ejemplo, el circuito de

procesamiento 68 del nodo de red 16 puede incluir la unidad de establecimiento de informes 32 configurada para uno o más de los siguientes:

enviar transmisiones de canal de enlace descendente desde un único punto de transmisión (TRP) y/o múltiples puntos de transmisión (multi-trp);

configurar el DI con un ajuste de informe de información de estado de canal (CSI) con K> 1 recursos de señal de referencia de información de estado de canal de potencia distintos de cero (NZP CSI-RS), cada uno asociado con un TRP; y/o

solicitar un informe de realimentación CSI del DI basado en la configuración del informe CSI asumiendo la transmisión de datos de cada uno de los K TRP y la transmisión de datos de cada uno de los M> 1 TRP de los K TRP; y/o

programar las transmisiones del canal de enlace descendente al DI según el informe de realimentación de CSI.

En algunas aplicaciones, el informe de realimentación de CSI incluye K TRP CSI individuales, cada uno asociado con uno de los recursos K NZP CSI-RS y, si se cumple una determinada condición, uno o más CSI para la transmisión NC-JT. En algunas aplicaciones, el informe de realimentación de CSI incluye además un indicador para indicar si el NC-JT CSI está presente en el informe.

En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI incluye: tanto una hipótesis de un solo punto de transmisión (TRP) y una hipótesis de transmisión de transmisión conjunta no coherente (NC-JT); y una de las hipótesis de TRP simple y la hipótesis de transmisión de transmisión conjunta no coherente (NC-JT). En algunas aplicaciones, el informe de realimentación de CSI depende de ciertas condiciones. En algunas aplicaciones, el informe de realimentación de CSI depende de un umbral de rango. En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI incluye una primera parte y una segunda parte, siendo fijo el tamaño de la primera parte y el tamaño de la segunda parte depende de la primera parte.

El sistema de comunicación 10 incluye además el DI 22 ya mencionado. El DI 22 puede tener hardware 80 que puede incluir una interfaz de radio 82 configurada para establecer y mantener una conexión inalámbrica 64 con un nodo de red 16 que sirve a un área de cobertura 18 en la que el DI 22 se encuentra actualmente. La interfaz de radio 82 puede estar formada o puede incluir, por ejemplo, uno o más transmisores de RF, uno o más receptores de RF y/o uno o más transceptores de RF.

El hardware 80 del DI 22 incluye además un circuito de procesamiento 84. El circuito de procesamiento 84 puede incluir un procesador 86 y una memoria 88. En particular, además de o en lugar de un procesador, tal como una unidad central de procesamiento, y la memoria, el circuito de procesamiento 84 puede incluir un circuito integrado para procesamiento y/o control, por ejemplo, uno o más procesadores y/o núcleos de procesador y/o FPGAs (Configuración de Portal de Campo Programable) y/o ASICs (Circuitos Integrados de Aplicación Específica) adaptados para ejecutar instrucciones. El procesador 86 puede configurarse para acceder (es decir, escribir y/o leer desde) la memoria 88, que puede incluir cualquier tipo de memoria volátil y/o no volátil, por ejemplo, memoria caché y/o memoria intermedia y/o RAM (memoria de acceso aleatorio) y/o ROM (memoria de solo lectura) y/o memoria óptica y/o EPROM (memoria de solo lectura programable borrable).

Por lo tanto, el DI 22 puede incluir además software 90, que se almacena, por ejemplo, en la memoria 88 en el DI 22, o se almacena en una memoria externa (por ejemplo, base de datos, matriz de almacenamiento, dispositivo de almacenamiento en red, etc.) accesible por el DI 22. El software 90 puede ser ejecutado por el circuito de procesamiento 84. El software 90 puede incluir una aplicación cliente 92. La aplicación cliente 92 puede funcionar para proporcionar un servicio a un usuario humano o no humano a través del DI 22, con el soporte del ordenador anfitrión 24. En el ordenador anfitrión 24, una aplicación anfitriona en ejecución 50 puede comunicarse con la aplicación cliente en ejecución 92 a través de la conexión OTT 52 que termina en el DI 22 y en el ordenador anfitrión 24. Al proporcionar el servicio al usuario, la aplicación cliente 92 puede recibir datos de solicitud de la aplicación anfitriona 50 y proporcionar datos de usuario en respuesta a los datos de solicitud. La conexión OTT 52 puede transferir tanto los datos de solicitud como los datos de usuario. La aplicación cliente 92 puede interactuar con el usuario para generar los datos de usuario que proporciona.

El circuito de procesamiento 84 puede configurarse para controlar cualquiera de los métodos y/o procesos descritos en este documento y/o hacer que dichos métodos y/o procesos se realicen, por ejemplo, por el DI 22. El procesador 86 corresponde a uno o más procesadores 86 para realizar las funciones del DI 22

descritas en el presente documento. El DI 22 incluye una memoria 88 que está configurada para almacenar datos, código de software programático y/u otra información descrita en este documento. En algunas aplicaciones, el software 90 y/o la aplicación cliente 92 pueden incluir instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador 86 y/o el circuito de procesamiento 84, hacen que el procesador 86 y/o el circuito de procesamiento 84 realicen los procesos descritos en este documento con respecto al DI 22, tales como el proceso descrito con referencia a la FIG. 16 y las demás figuras. Por ejemplo, el circuito de procesamiento 84 del dispositivo inalámbrico 22 puede incluir una unidad de informe 34 configurada para uno o más de los siguientes:

configurar la solicitud de realimentación de CSI basada en la configuración de reporte de información de estado de canal (CSI) con K> 1 recursos de señal de referencia de información de estado de canal de potencia distintos de cero (NZP CSI-RS), cada uno asociado con un TRP; y/o

medir y retroalimentar un informe de realimentación de información de estado de canal (CSI) asumiendo la transmisión de datos de cada uno de los K TRP y la transmisión de datos de cada uno de M> 1 TRP de los K TRP con base en la configuración del informe CSI recibido.

En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI comprende un CIS K TRP único, cada uno asociado con uno de los recursos K NZP CSI-RS y si se cumple una determinada condición, uno o más CSI para la NC-JT. En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI incluye además un indicador para ver si la NC-JT CSI está presente en el informe de realimentación CSI.

En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI depende de ciertas condiciones. En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI depende de un umbral de rango. En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI incluye una primera parte y una segunda parte; el tamaño de la primera parte es fijo y el tamaño de la segunda depende del de la primera.

En algunas aplicaciones, el funcionamiento interno del nodo de red 16, DI 22, y del equipo anfitrión 24 puede ser como se muestra en la FIG. 10 e independientemente, la topología de la red circundante puede ser la de la FIG. 9.

En la FIG. 10, la conexión OTT 52 se ha dibujado abstractamente para ilustrar la comunicación entre el equipo anfitrión 24 y el dispositivo inalámbrico 22 a través del nodo de red 16, sin referencia explícita a ningún dispositivo intermediario y el enrutamiento preciso de mensajes a través de estos dispositivos. La infraestructura de red puede determinar el enrutamiento, que se puede configurar para que se oculte del DI 22 o del proveedor de servicios que opera el equipo anfitrión 24, o ambos. Mientras la conexión OTT 52 está activa, la infraestructura de red puede tomar decisiones mediante las cuales cambia dinámicamente el enrutamiento (por ejemplo, en función de la consideración del equilibrio de carga o la reconfiguración de la red).

La conexión inalámbrica 64 entre el DI 22 y el nodo de red 16 está de acuerdo con los aprendizajes de las aplicaciones descritas a lo largo de este documento. Una o más de las diversas aplicaciones mejoran el funcionamiento de los servicios OTT proporcionados al DI 22 usando la conexión OTT 52, en la cual la conexión inalámbrica 64 puede formar el último segmento. Más precisamente, los aprendizajes de algunas de estas aplicaciones pueden mejorar la velocidad de datos, la latencia y/o el consumo de energía y, por lo tanto, proporcionar beneficios tales como tiempo de espera reducido del usuario, restricción relajada en el tamaño del archivo, mejor capacidad de respuesta, duración ampliada de la batería, etc.

En algunas aplicaciones, un procedimiento de la medición se puede proporcionar para el propósito de la velocidad de los datos de monitoreo, latencia y de otros factores en los cuales una o más aplicaciones mejoran. Además, puede haber una funcionalidad de red opcional para reconfigurar la conexión OTT 52 entre el equipo anfitrión 24 y el DI 22, en respuesta a las variaciones en los resultados de la medición. El procedimiento de medición y/o la funcionalidad de red para reconfigurar la conexión OTT 52 se pueden implementar en el software 48 del equipo anfitrión 24 o en el software 90 del DI 22, o en ambos. En las aplicaciones, los sensores (no se muestran) se pueden desplegar o asociar con los dispositivos de comunicación a través de los cuales pasa la conexión OTT 52; los sensores pueden participar en el procedimiento de medición suministrando valores de las cantidades monitoreadas ejemplificadas anteriormente, o suministrando valores de otras cantidades físicas a partir de las cuales el software 48, 90 puede calcular o estimar las cantidades monitoreadas. La reconfiguración de la conexión OTT 52 puede incluir formato de mensaje, ajustes de

retransmisión, enrutamiento preferido, etc.; la reconfiguración no tiene que afectar al nodo de red 16, y puede ser desconocida o imperceptible para el nodo de red 16. Algunos de estos procedimientos y funcionalidades pueden ser conocidos y practicados en el medio. En ciertas aplicaciones, las mediciones pueden implicar la señalización del DI patentada que facilita las 24 mediciones de rendimiento, los tiempos de propagación, latencia y similares del equipo anfitrión. En algunas aplicaciones, las medidas se pueden implementar en el software 48, 90 haciendo que se transmitan mensajes, en particular mensajes vacíos o 'ficticios', usando la conexión OTT 52 mientras monitorea tiempos de propagación, errores, etc.

Así, en algunas aplicaciones, el equipo anfitrión 24 incluye el procesamiento de circuitos 42 configurados para proporcionar datos de usuario y una interfaz de comunicación 40 que se configura para reenviar los datos de usuario a una red celular para su transmisión al DI 22. En algunas aplicaciones, la red celular también incluye el nodo de red 16 con una interfaz de radio 62. En algunas aplicaciones, el nodo de red 16 está configurado, y/o los circuitos 68 de procesamiento del nodo de red 16, para realizar las funciones y/o los métodos descritos aquí para preparar/iniciar/mantener/apoyar/finalizar una transmisión al DI 22, y/o preparar/terminar/mantener/apoyar/finalizar una transmisión del DI 22.

En algunas aplicaciones, el equipo anfitrión 24 incluye circuitos de procesamiento 42 y una interfaz de comunicación 40 que se configura en una interfaz de comunicación 40 configurada para recibir datos de usuario procedentes de una transmisión de un DI 22 a un nodo de red 16. En algunas aplicaciones, el DI 22 está configurado para, y/o comprende una interfaz de radio 82 y/o circuitos de procesamiento 84 configurados para realizar las funciones y/o métodos descritos aquí para preparar/iniciar/mantener/apoyar/finalizar una transmisión al nodo de red 16, y/o preparar/terminar/mantener/apoyar/finalizar una transmisión desde el nodo de red 16.

Aunque las FIGURAS 9 y 10 muestran varias “unidades”, como la unidad de ajuste de informes 32 y la unidad de informe 34, como si se encontraran dentro de un procesador específico, se contempla que estas unidades se puedan implementar de forma que una parte de la unidad se almacene en una memoria correspondiente dentro de los circuitos de procesamiento. En otras palabras, las unidades se pueden

implementar en hardware o en una combinación de hardware y software dentro de los circuitos de procesamiento.

La FIG. 11 es un diagrama de flujo que ilustra un modelo ejemplar implementado en un sistema de comunicación, como, por ejemplo, el sistema de comunicación de las FIGURAS 9 y 10, de acuerdo con una aplicación. El sistema de comunicación puede incluir un equipo anfitrión 24, un nodo de red 16 y un DI 22, que pueden ser los descritos con referencia a la FIG. 10. En un primer paso del método, el equipo anfitrión 24 proporciona datos de usuario (Bloque S100). En un subpaso opcional del primer paso, el equipo anfitrión 24 proporciona los datos del usuario ejecutando una aplicación anfitriona, como, por ejemplo, la aplicación anfitriona 50 (Bloque S102). En un segundo paso, el equipo anfitrión 24 inicia una transmisión que lleva los datos de usuario al DI 22 (Bloque S104). En un tercer paso opcional, el nodo de red 16 transmite al DI 22 los datos de usuario que fueron transportados en la transmisión que el ordenador anfitrión 24 inició, de acuerdo con los aprendizajes de las aplicaciones descritas a través de esta información (Bloque S106). En un cuarto paso opcional, el DI 22 ejecuta una aplicación de cliente, como, por ejemplo, la aplicación de cliente 92, asociada a la aplicación anfitriona 50 ejecutada por el equipo anfitrión 24 (Bloque S108).

La FIG. 12 es un diagrama de flujo que ilustra un modelo ejemplar implementado en un sistema de comunicación, como, por ejemplo, el sistema de comunicación de la FIG. 9, de acuerdo con una aplicación. El sistema de comunicación puede incluir un equipo anfitrión 24, un nodo de red 16 y un DI 22, que pueden ser los descritos con referencia a las FIGS. 9 y 10. En un primer paso del método, el equipo anfitrión 24 proporciona datos de usuario (Bloque S110). En un subpaso opcional (no se muestra), el equipo anfitrión 24 proporciona los datos del usuario ejecutando una aplicación anfitriona, como, por ejemplo, la aplicación anfitriona 50. En un segundo paso, el equipo anfitrión 24 inicia una transmisión que lleva los datos de usuario al DI 22 (Bloque S112). La transmisión puede pasar a través del nodo 16 de la red, de acuerdo con los aprendizajes de las aplicaciones descritas a lo largo de esta información. En un tercer paso opcional, el DI 22 recibe los datos de usuario que se transmiten en la transmisión (Bloque S114).

La FIG. 13 es un diagrama de flujo que ilustra un modelo ejemplar implementado en un sistema de comunicación, como, por ejemplo, el sistema de comunicación de la FIG. 9, de acuerdo con una aplicación. El sistema de comunicación puede incluir un equipo anfitrión 24, un nodo de red 16 y un DI 22, que pueden ser los descritos con referencia a las FIGS. 9 y 10. En un primer paso opcional del método, el DI 22 recibe los datos de entrada proporcionados por el equipo anfitrión 24 (Bloque S116). En un subpaso opcional del primer paso, el DI 22 ejecuta la aplicación de cliente 92, que proporciona los datos de usuario en respuesta a los datos de entrada recibidos proporcionados por el equipo anfitrión 24 (Bloque S118). Además o alternativamente, en un segundo paso opcional, el DI 22 proporciona datos de usuario (Bloque S120). En un subpaso opcional del segundo paso, el DI proporciona los datos del usuario ejecutando una aplicación cliente, como, por ejemplo, la aplicación de cliente 92 (Bloque S122). Al proporcionar los datos del usuario, la aplicación de cliente 92 ejecutada puede considerar aún más la entrada del usuario recibida del usuario. Independientemente de la manera específica en que se proporcionaron los datos del usuario, el DI 22 puede iniciar, en un tercer subpaso opcional, la transmisión de los datos del usuario al equipo anfitrión 24 (Bloque S124). En un cuarto paso del método, el ordenador anfitrión 24 recibe los datos de usuario transmitidos desde el DI 22, de acuerdo con los aprendizajes de las aplicaciones descritas a lo largo de esta información (Bloque S126).

La FIG. 14 es un diagrama de flujo que ilustra un modelo ejemplar implementado en un sistema de comunicación, como, por ejemplo, el sistema de comunicación de la FIG. 9, de acuerdo con una aplicación. El sistema de comunicación puede incluir un equipo anfitrión 24, un nodo de red 16 y un DI 22, que pueden ser los descritos con referencia a las FIGS. 9 y 10. En un primer paso opcional del método, de acuerdo con los aprendizajes de las aplicaciones descritas a lo largo de esta información, el nodo de red 16 recibe los datos de usuario del DI 22 (Bloque S128). En un segundo paso opcional, el nodo de red 16 inicia la transmisión de los datos de usuario recibidos al equipo anfitrión 24 (Bloque S130). En un tercer paso, el equipo anfitrión 24 recibe los datos de usuario transportados en la transmisión iniciada por el nodo de red 16 (Bloque S132).

La FIG. 15 es un diagrama de flujo de un proceso ejemplar en un nodo de red 16 de acuerdo con algunas aplicaciones de la presente divulgación. Uno o más bloques y/o funciones y/o métodos realizados por el nodo de red 16 pueden ser realizados por uno o más elementos del nodo de red 16 como por la unidad de ajuste de informe 32 en el procesamiento de circuitos 68, procesador 70, interfaz de radio 62, etc. según el método de ejemplo. El método del ejemplo incluye la configuración (Bloque S134), mediante la unidad de configuración de informes 32, el circuito de procesamiento 68, el procesador 70 y/o la interfaz de radio 62, un dispositivo inalámbrico 11 con la configuración del informe de estado de canal, CSI, para al menos la señal de referencia de información de estado de canal de potencia K>1 que no sea cero de los recursos NZP CSI-RS, para medir el canal y una configuración de cantidad de informe, siendo K un número entero. El método incluye el envío (Bloque S136), mediante la unidad de configuración de informes 32, el circuito de procesamiento 68, el procesador 70 y/o la interfaz de radio 62, una solicitud de informe de realimentación CSI para la medición y la realimentación CSI basada al menos en parte en la configuración del informe CSI. El método incluye la recepción (Bloque S138), mediante, por ejemplo, la unidad de configuración de informes 32, el circuito de procesamiento 68, el procesador 70 y/o la interfaz de radio 62, una información de estado de canal, CSI, informe de realimentación, el informe de realimentación CSI basado al menos en parte en la configuración de informe CSI. El informe de realimentación de CSI incluye al menos una de las primeras realimentaciones de CSI y una segunda realimentación.

En algunas aplicaciones, la primera realimentación CSI incluye un CSI asociado con cada uno de los recursos K NZP CSI-RS. En algunas aplicaciones, la segunda realimentación CSI comprende un CSI para una transmisión de unión no coherente, NC-JT, y una transmisión ultra confiable de baja latencia, URLL. En algunas aplicaciones, la segunda realimentación CSI incluye un primer indicador de rango y un primer indicador de matriz de precodificación asociado con un primer recurso NZP CSI-RS, y un segundo indicador de rango y un segundo indicador de matriz de precodificación asociado con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de calidad de canal conjunto condicionado al primer y segundo rango e indicadores de matriz de precodificación. En algunas aplicaciones, la segunda realimentación CSI incluye un primer indicador de rango y un primer indicador de capa asociado con un

primer recurso NZP CSI-RS, un segundo indicador de rango y un segundo indicador de capa asociado con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de calidad de canal conjunto condicionado al primer y segundo rango e indicadores de capa.

En algunas aplicaciones, la segunda realimentación CSI incluye además las identidades del primero y segundo recursos NZP CSI-RS. En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI incluye tanto la primera como la segunda realimentación CSI. En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI incluye la segunda realimentación CSI si cada rango de la primera realimentación CSI está por debajo de un valor de umbral. En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI incluye además un indicador para ver si la segunda realimentación CSI se encuentra presente en el informe de realimentación. En algunas aplicaciones, el informe de realimentación de CSI incluye sólo la segunda realimentación CSI.

En algunas aplicaciones, un método implementado en el nodo de red 16 incluye el envío, por ejemplo a través de la unidad de ajuste de informe 32 y/o el circuito de procesamiento 68 y/o la interfaz de radio 62, transmisiones de canal de enlace descendente desde un único punto de transmisión (TRP) y/o múltiples puntos de transmisión (multi-trp). El ejemplo del proceso incluyen uno o más de los siguientes pasos. El proceso puede incluir la configuración de informes vía la unidad 32 y/o el circuito de procesamiento 68, el DI 22 con la configuración del informe de estado de canal (CSI) con recursos de señal de referencia de información de estado de canal de potencia (NZP CSI-RS) K > 1 distintos de cero, cada uno asociado a un TRP. El proceso de ejemplo puede incluir solicitudes de configuración de informes vía la unidad 32 y/o el circuito de procesamiento 68, un informe de realimentación de CSI desde el DI 22 asumiendo los datos de transmisión cada uno de los TRP K y la transmisión de datos de cada uno de M >1 TRP de los TRP K basándose en la configuración del informe de CSI. El proceso de ejemplo puede incluir la programación de las transmisiones del canal de enlace descendente al DI 22 en función del informe de realimentación CSI.

En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI comprende un CIS K TRP único, cada uno asociado con uno de los recursos K NZP CSI-RS y si se cumple una determinada condición, uno o más CSI para la NC-JT. En algunas aplicaciones, el

informe de realimentación CSI incluye además un indicador para ver si la NC-JT CSI está presente en el informe.

En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI incluye uno de los siguientes: El CSI tanto para una hipótesis de punto único de transmisión (PRT) como para una hipótesis de transmisión de la articulación no coherente (NC-JT); y el CSI para una de las hipótesis de TRP única y la hipótesis de transmisión de la articulación no coherente (NC-JT). En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI depende de ciertas condiciones. En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI depende de un umbral de rango. En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI incluye una primera parte y una segunda parte; el tamaño de la primera parte es fijo y el tamaño de la segunda depende del de la primera.

La FIG. 16 es un diagrama de flujo de un modelo ejemplar en un dispositivo inalámbrico 22 de acuerdo con algunas aplicaciones de la presente divulgación. Uno o más Bloques y/o funciones y/o métodos realizados por el DI 22 se pueden realizar por uno o más elementos del DI 22, como por ejemplo la unidad de informe 34 en el procesamiento de circuitos 84, el procesador 86, la interfaz de radio 82, etc., según el método de ejemplo. El método de ejemplo incluye uno o más de los siguientes pasos. El método puede incluir la recepción (Bloque S140), mediante la unidad de configuración de informes 34, el circuito de procesamiento 84, el procesador 86 y/o la interfaz de radio 82, la configuración del informe de estado de canal, CSI, para al menos la señal de referencia de información de estado de canal de potencia K>1 que no sea cero de los recursos NZP CSI-RS, para medir el canal y una configuración de cantidad de informe, siendo K un número entero. El método incluye la recepción (Bloque S142) mediante la unidad de generación de informes 34, el circuito de procesamiento 84, el procesador 86 y/o la interfaz de radio 82, una solicitud de informe de respuesta CSI para la medición y la realimentación CSI basada al menos en parte en la configuración del informe CSI. El método incluye la medición (Bloque S144) mediante la unidad de informe 34, el circuito de procesamiento 84, el procesador 86 y/o la interfaz de radio 82, canales basados al menos en parte en los recursos NZP CSI-RS. El método incluye el envío (Bloque S146) a través de la unidad de informe 34, el circuito de procesamiento 84, el procesador 86 y/o la interfaz de radio 82, información de estado de canal, CSI, informe de realimentación basado al menos en parte en las mediciones de canal y la

configuración de cantidad de informes. El informe de realimentación de CSI incluye al menos una de las primeras realimentaciones de CSI y una segunda realimentación.

En algunas aplicaciones, la primera realimentación CSI incluye un CSI asociado con cada uno de los recursos K NZP CSI-RS. En algunas aplicaciones, la segunda realimentación CSI comprende un CSI para una transmisión de unión no coherente, NC-JT, y una transmisión ultra confiable de baja latencia, URLL. En algunas aplicaciones, la segunda realimentación CSI incluye un primer indicador de rango y un primer indicador de matriz de precodificación asociado con un primer recurso NZP CSI-RS, y un segundo indicador de rango y un segundo indicador de matriz de precodificación asociado con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de calidad de canal conjunto condicionado al primer y segundo rango e indicadores de matriz de precodificación. En algunas aplicaciones, la segunda realimentación CSI incluye un primer indicador de rango y un primer indicador de capa asociado con un primer recurso NZP CSI-RS, un segundo indicador de rango y un segundo indicador de capa asociado con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de calidad de canal conjunto condicionado al primer y segundo rango e indicadores de capa.

En algunas aplicaciones, la segunda realimentación CSI incluye además las identidades del primero y segundo recursos NZP CSI-RS. En algunas aplicaciones, el método también incluye determinar, a través de la unidad de informe 34, el circuito de procesamiento 84, el procesador 86 y/o la interfaz de radio 82, si incluir la segunda realimentación CSI en el informe de realimentación CSI. En algunas aplicaciones, determinar si incluir la segunda realimentación CSI incluye además determinar, por ejemplo, a través de la unidad de informe 34, el circuito de procesamiento 84, el procesador 86 y/o la interfaz de radio 82, la inclusión de la segunda realimentación CSI si cada rango de la primera realimentación CSI está por debajo de un valor de umbral. En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI incluye además un indicador para ver si la segunda realimentación CSI se encuentra presente en el informe de realimentación CSI. En algunas aplicaciones, el informe de realimentación de CSI incluye sólo la segunda realimentación CSI.

En algunas aplicaciones, el proceso puede incluir la configuración de informes vía la unidad de informe 34 y/o el circuito de procesamiento 84, y/o la interfaz de radio 82, una solicitud de realimentación CSI basada en el informe de estado de canal (CSI)

con recursos de señal de referencia de información de estado de canal de potencia (NZP CSI-RS) K > 1 distintos de cero, cada uno asociado a un punto de transmisión (TRP). El proceso de ejemplo puede incluir la medición y envío vía la unidad 34 y/o el circuito de procesamiento 84, y/o la interfaz de radio 82, un informe de realimentación de CSI asumiendo los datos de transmisión cada uno de los TRP K y la transmisión de datos de cada uno de M >1 TRP de los TRP K basándose en la configuración del informe de CSI.

En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI comprende un CIS K TRP único, cada uno asociado con uno de los recursos K NZP CSI-RS y si se cumple una determinada condición, uno o más CSI para la NC-JT. En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI incluye además un indicador para ver si la NC-JT CSI está presente en el informe de realimentación CSI.

En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI depende de ciertas condiciones. En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI depende de un umbral de rango.

En algunas aplicaciones, el informe de realimentación CSI incluye una primera parte y una segunda parte; el tamaño de la primera parte es fijo y el tamaño de la segunda depende del de la primera.

Después de describir a grandes rasgos algunas de las aplicaciones de realimentación CSI para la transmisión multi-TRP, que puede reducir la sobrecarga de señalización de realimentación CSI (en comparación con las técnicas existentes), a continuación se presenta una descripción más detallada de algunas aplicaciones, que DI 22, el nodo de red 16 y/o el equipo anfitrión 24 pueden implementar.

Realimentación CSI para Múltiples TRP con Hipótesis de Transmisión de TRP Única

En una aplicación, la transmisión de DL PDSCH a un DI 22 puede provenir de cualquiera de los TRP múltiples. En este caso, el nodo de red 16 (por ejemplo, gNB) puede beneficiarse de tener el CSI que corresponde a todos los TRP para tomar decisiones de programación con información suficiente.

En esta aplicación se puede configurar un único ajuste de informe CSI para DI 22 con el fin de determinar qué CSI que asume una hipótesis de transmisión de TRP única, es decir, la transmisión hipotética de PDSCH desde *un TRP* que cuenta con un

CSI determinado. En lo sucesivo, dicho CSI se denominará en este documento "CSI de TRP único". Sin embargo, a diferencia de las técnicas existentes, el DI 22 se indica en la Configuración del Informe CSI como parte de la configuración según la cual se deben determinar e informar los múltiples CSI de TRP único como parte del informe CSI. En algunas aplicaciones, el número de CSI de TRP único que se determinan e informan como parte del informe CSI tienen una configuración de RRC para DI 22.

Suponiendo que se desea la realimentación CSI para los K TRP, el DI 22 puede configurarse con recursos de K NZP CSI-RS, {NZP CSI-RS #1,NZP CSI-RS #2,…,NZP CSI-RS #K}, para la medición de canales y los recursos de K CSI-IM, { CSI-IM #1,CSI-IM #2,…,CSI-IM #K}, para la medición de interferencias asociadas con una configuración de informe de CSI único, en donde el par de recursos {NZP CSI-RS #k, CSI-IM #k} está asociado con el k:th TRP. Por lo tanto, el DI 22 puede realizar una medición que se emplea para determinar un CSI de TRP único para el k:th TRP, CSI #k, basándose en el par de recursos {NZP CSI-RS #k, CSI-IM #k}. En algunas aplicaciones, el DI 22 informa todos los K CSI, {CSI #1, CSI #2,…, CSI#K} como parte de un único informe CSI en un PUSCH o PUCCH. Cada CSI puede contener un RI, PMI y uno o dos CQI (dependiendo del RI informado).

Es posible que el DI 22 no siempre informe todos los KCSI, ya que los CSI correspondientes a los TRP que, por ejemplo, se reciben con menor potencia en el DI 22, no se pueden utilizar para la programación realizada por el nodo de red 16 (por ejemplo, gNB) en la práctica. Con el fin de equilibrar la flexibilidad de la programación y la sobrecarga de realimentación CSI, en una aplicación, el DI 22 selecciona e informa a los M (>1) cuáles son los mejores CSI entre los K CSI. En este caso, también se informa sobre los pares de recursos asociados con M, por ejemplo, utilizando un esquema de señalización combinatoria con $\log_2\left\lceil\binom{K}{M}\right\rceil$ bits de sobrecarga. Con los M CSI, el nodo de red 16 (por ejemplo, gNB) puede programar PDSCH desde cualquiera de los TRP asociados con M.

Como distinción de los informes CSI existentes en la Versión 15 NR con la misma configuración múltiple de NZP CSI-RS y CSI-IM, en la que un DI 22 selecciona primero uno de los pares de recursos y, a continuación, mide e informa el CSI correspondiente asociado al par de recursos, en algunas aplicaciones de la presente

información, se puede presentar un *nuevo indicador de cantidad de informes* en la configuración del informe CSI, para indicar el informe deseado.

Realimentación CSI Eficiente para NC-JT de Baja Sobrecarga

Tradicionalmente, el nodo de red 16 controla la programación de la transmisión individual o múltiple para un DI 22. Cada uno de estos puede requerir una realimentación CSI diferente y para poder cambiar de forma dinámica entre la transmisión TRP única y la transmisión NC-JT con múltiples TRP, el nodo de red 16 puede tener CSI con ambas hipótesis de transmisión para tomar la decisión de programación con la adaptación correcta del enlace. Infortunadamente, la realimentación de todos los CSI asociados con diferentes hipótesis puede resultar en una gran sobrecarga de realimentación de CSI. Por lo tanto, en algunas aplicaciones de la presente información, el DI 22 está configurado para tomar parte en la selección de hipótesis para la realimentación CSI, por ejemplo, el DI 22 puede seleccionar si se debe enviar CSI con realimentación para TRP único o múltiple.

Para NC-JT (por ejemplo, cuando varios TRP transmiten de forma simultánea hacia el mismo DI 22), se ha observado que esta función proporciona ventajas de rendimiento del sistema en comparación con DPS (por ejemplo, cuando sólo un TRP transmite al DI 22) en las siguientes condiciones solamente (o principalmente):

- Cuando el DI 22 puede recibir transmisiones de los TRP múltiples con una potencia de señal equiparable; que normalmente se observa en un DI 22 en el límite de cobertura celular (*cell edge*) o en implementaciones en espacios interiores;

- El rango admitido (número de capas MIMO) de cada TRP es bajo (por ejemplo, 1 o 2 capas) aunque el DI 22 está equipado con más antenas receptoras y, por lo tanto, está en la capacidad de recibir más capas que simplemente unas pocas de un solo TRP (esto suele ocurrir cuando el rango del canal de propagación entre un TRP y un DI 22 tiene un rango bajo, por ejemplo, en condiciones de canales de línea de visión); y

- La carga de red (y por lo tanto la utilización de recursos) es baja (normalmente < 30% de utilización de recursos para obtener grandes beneficios de NC-JT).

Por lo tanto, algunas aplicaciones de la presente información establecen que CSI para NC-JT solo se informa cuando se cumplen las anteriores condiciones. En algunas aplicaciones, con el fin de lograr este objetivo, se introduce un *umbral de rango*, R_{th} ,

para el DI 22, para que el DI 22 determine de manera dinámica, por cada informe CSI que se va a retroalimentar, si se informa o no CSI de NC-JT. En algunas aplicaciones, el DI 22 puede determinar si se informa o no el CSI de NC-JT en función del cálculo del caudal de datos, y si el caudal de datos con NC-JT es inferior al caudal de datos con transmisión de TRP único, no se informa del CSI de NC-JT.

Para los K TRP, se puede configurar un DI 22 con un ajuste de informe CSI con recursos K NZP CSI-RS para la medición de canales y recursos K CSI-IM para la medición de interferencias, es decir,

- {NZP CSI-RS #1, NZP CSI-RS #2, …, NZP CSI-RS #K}
-{CSI-IM #1, CSI-IM #2, …, CSI-IM #K},

En donde el par de recursos {NZP CSI-RS #k, CSI-IM #k}, k=1, …, K, está asociado con el kth TRP.

En algunas aplicaciones, el DI 22 en primer lugar mide y calcula el CSI de hipótesis de transmisión de TRP único en función de cada par de recursos CSI de forma individual. Para el kth TRP, el CSI #k se determina en función del par de recursos {NZP CSI-RS #k, CSI-IM #k}. Este procedimiento da como resultado los K CSI, cada uno corresponde a una hipótesis de transmisión de TRP único, {CSI #1, CSI #2, …, CSI#K}. Cada CSI puede incluir un RI, un PMI y uno o dos CQI, es decir, CSI#k = (RI#k, PMI#k, CQI#k).

El DI 22 puede entonces comparar el rango de cada CSI de TRP individual con el umbral del rango, R_{th}, que puede configurarse mediante señalización RRC al DI 22 o predeterminarse, por ejemplo, en especificaciones estándar. Si el rango de un CSI de TRP único K excede el umbral del rango R_{th}, se toma una decisión, por ejemplo, por el DI 22 decide que no se informa el CSI de NC-JT, sino que se informa el CSI para una o más hipótesis de transmisión de TRP único. En otro ejemplo, el DI 22 puede comparar el caudal de datos con el NC-JT y el caudal de datos con una transmisión de TRP único. Si el caudal de datos con NC-JT es inferior al caudal de datos la con transmisión de TRP único, no se informa el CSI de NC-JT.

Cuando este sea el caso, es probable que el DI 22 esté cerca de uno de los TRP, lo que es favorable para la transmisión de PDSCH de rango alto (mayor que R_th) desde ese TRP y desfavorable para programar una transmisión NC-JT. Es decir, el

programador del nodo de red 16 probablemente no programaría, en todo caso, una transmisión NC-JT en esa situación y por lo tanto la omisión de un CSI que corresponda a una hipótesis de transmisión NC-JT probablemente no tendrá un impacto negativo, en algunas aplicaciones.

La Tabla 2 (a continuación) muestra un ejemplo con dos TRP, en donde R_{th}=2. En este ejemplo, el DI 22 determina dos CSI de hipótesis de transmisión de TRP única, cada uno de los cuales incluye su respectivo RI. Asumiendo un RI máximo de 4 para cada hipótesis, existen 16 combinaciones posibles que pueden informarse y cada una puede mapearse en un índice de la tabla. En algunas aplicaciones, el CSI de NC-JT sólo se retroalimenta para algunas de estas combinaciones, según corresponda si el índice es 1, 2, 5 o 6, entonces el CSI de hipótesis de transmisión de NC-JT también se retroalimenta además de los dos CSI de hipótesis de transmisión de TRP único. Por lo tanto, el CSI de NC-JT solo se informa (por ejemplo, el DI 22 informa al nodo de red 16) en cuatro casos de las 16 combinaciones de rangos posibles, lo que conlleva a una reducción de la sobrecarga de realimentación ya que el CSI de NC-JT puede omitirse en 12 de los 16 casos posibles.

Tabla 2: Ejemplo de uso de un umbral de rango R_{th}=2 para determinar si se informa el CSI de NC-JT cuando se consideran dos TRP.

Índice	RI (TRP único)		RI (NC-JT)	
	TRP1	TRP2	TRP1	TRP2
1	1	1	1	1
2	1	2	1	1 o 2
3	1	3	x	x
4	1	4	x	x
5	2	1	1 o 2	1
6	2	2	1 o 2	1 o 2
7	2	3	x	x
8	2	4	x	x

9	3	1	x	x
10	3	2	x	x
11	3	3	x	x
12	3	4	x	x
13	4	1	x	x
14	4	2	x	x
15	4	3	x	x
16	4	4	x	x

X	Sin informe CSI de NC-JT

Si la RI informada para todos los CSI de TRP único K es inferior o igual al umbral, o si el caudal de datos con NC-JT es inferior al caudal de datos con transmisión de TRP único, se informa además el CSI para NC-JT, o bien, se informa en lugar de los CSI de TRP único.

Es decir, en una aplicación, el CSI de TRP único no se informa cuando se informa el CSI de NC-JT. Por lo tanto, el DI 22 realiza una selección de hipótesis y decide entre la realimentación CSI de TRP único o TRP múltiple. Tomando como ejemplo 2 TRP, (R_k, W_k, Q_k) denota el indicador de rango (Rank Indicator, RI), el indicador de matriz de precodificación (Precoding Matrix Indicator, PMI) y CQI que corresponden al kth TRP. En una aplicación, se incluye un *indicador de selección* (por ejemplo, incluido por un DI 22) como parte del informe CSI para indicar la selección entre los CSI de TRP único o los CSI de TRP múltiple (por ejemplo, CSI de NC-JT). Si el DI 22 decide retroalimentar los CSI de TRP únicos, el DI 22 ajusta el indicador de selección de forma que se indique la selección de los CSI de TRP únicos. Si el DI 22 decide retroalimentar el CSI de multi-TRP, el DI 22 ajusta el indicador de selección de forma que se indique la selección de los CSI de TRP múltiple. Aunque el ejemplo anterior se limita a 2 TRP, la aplicación puede extenderse a más de 2 TRP.

En otra aplicación, la realimentación CSI de TRP único se informa (por ejemplo, el DI 22 informa al nodo de red 16) también en el caso del NC-JT (dependiendo del umbral R_{th}). Después se puede utilizar el siguiente método para reducir la sobrecarga de realimentación CSI reutilizando o compartiendo la información de realimentación PMI de TRP único en la hipótesis de realimentación de NC-JT.

En algunas aplicaciones, el CSI para NC-JT puede incluir

$\{R_k^{NC-J}, W_k^{NC-JT}, Q_k^{NC-JT}$, k=1, …, K},

en donde $(R_k^{NC-JT}, W_k^{NC-J}, Q_k^{NC-JT})$ representan el indicador de rango NC-JT (RI), el indicador de matriz de precodificación (PMI) y el CQI, respectivamente, asociados con el *k:*th TRP. Esto supone que se transmite una palabra clave por cada TRP. Si se transmiten diferentes capas de una palabra clave a través de diferentes TRP, entonces se puede determinar e informar, en su lugar, un CQI conjunto.

Cuando se informa un CSI de TRP único junto con el CSI para NC-JT (por ejemplo, el DI 22 informa al nodo de red 16), entonces puede que no sea necesario informar la parte del CSI que corresponde a la hipótesis de transmisión NC-JT, por ejemplo los PMI $\{W_k^{NC-}, k = 1, \dots, K\}$ y, por lo tanto, en algunas aplicaciones se pueden omitir.

En una aplicación, si R_k^{NC-JT} es igual al rango en CSI#k para una hipótesis de transmisión de TRP único, entonces W_k^{NC-JT} para NC-JT es el mismo que el PMI en CSI#k. Si R_k^{NC-J} es menor que el rango en CSI#k para la transmisión de TRP único, se informará un indicador de capa (Layer Indicator, LI), por ejemplo $(R_k^{NC-J}, Q_k^{NC-JT}, L_k^{NC-JT})$, para el CSI de NC-JT para el kth TRP, en donde L_k^{NC-J} es el indicador de capa para el kth TRP. El indicador de capa señala qué subconjunto de capas del PMI de TRP único informado corresponde a NC-JT. Estas aplicaciones pueden reducir aún más la sobrecarga de realimentación para el CSI de NC-JT. Se muestra un ejemplo en la FIG. 17, en donde el rango de NC-JT para TRP2 es 1 (es decir, $R_2^{NC-J} = 1$) mientras que el rango del CSI de TRP único correspondiente es 2. Dado que el umbral de rango es 2 en este ejemplo, se informa además el CSI de NC-JT. Para TRP1, las mismas capas reportadas en CSI de TRP único se utilizan también

para NC-JT. Para TRP2, puesto que el rango para NC-JT es 1 mientras que el rango del CSI de TRP único es 2, se utiliza un indicador de capa L_2^{NC-JT} para indicar la capa para NC-JT en TRP2. En este caso, el indicador de capa ha seleccionado la capa 1, es decir $L_2^{NC-} = 1$. Si la matriz de precodificación de TRP único informada para TRP2 es $W = [w_1, w_2]$, entonces el nodo de red 16 puede usar w_2 para la transmisión NC-JT con el fin de precodificar la transmisión PDSCH sobre TRP2. Para TRP1, dado que el rango NC-JT es el mismo que el rango CSI de TRP único, la misma matriz de precodificación correspondiente al PMI informado en el CSI de TRP único puede utilizarse para la transmisión NC-JT desde TRP1. En este ejemplo, el DI 22 informa el siguiente CSI:

- CSI de TRP único:
  - CSI#1 = (RI#1, PMI#1, CQI#1) para TRP #1
  - CSI#2 = (RI#2, PMI#2, CQI#2) para TRP #2
- CSI de NC-JT si se usa un CW por cada TRP para NC-JT:
  - $(R_1^{NC-JT} = 2, Q_1^{NC-JT})$ asociado con el TRP #1
  - $(R_2^{NC-JT} = 1, Q_2^{NC-JT}, L_2^{NC-J} = 1)$ asociado con el TRP #2
- CSI de NC-JT si un solo CW que se usa para dos TRP se usa para NC-JT:
  - $R_1^{NC-JT} = 2$ asociado con el TRP #1
  - $(R_2^{NC-J} = 1, L_2^{NC-JT} = 1)$ asociado con el TRP #1
  - Un CQI conjunto

Una de las ventajas de este enfoque puede ser que no se informa ningún PMI por separado para NC-JT, lo que puede ahorrar una gran cantidad de sobrecarga de realimentación.

En algunos escenarios, el número de TRP, M (1<M<K), que participan en la transmisión NC-JT puede ser menor que los TRP K configurados para los informes CSI. En este caso, el DI 22 puede seleccionar primero los mejores TRP M y, a continuación, informar el CSI de NC-JT en función de los TRP seleccionados. Por ejemplo, cuando K=3 y M=2, el DI 22 puede informar el CSI de TRP único para los 3 TRP, es decir, {CSI#1, CSI#2, CSI#3}. Si los rangos de los tres CSI de TRP único son iguales o inferiores al umbral del rango, R_{th}, el DI 22 selecciona 2 de los 3 TRP para informar el CSI de NC-JT. De lo contrario, no se informa ningún CSI de NC-JT.

Dicha selección puede basarse en ciertos criterios, por ejemplo, maximizar el rendimiento del caudal de DI 22. Los TRP seleccionados también se pueden informar utilizando una nueva definición de CRI, o utilizando otro indicador recién introducido. Por ejemplo, CRI=0 se utiliza para indicar el TRP1 y TRP2; CRI=1 para indicar el TRP1 y TRP3; CRI=2 para indicar el TRP2 y TRP3. El resto de las mediciones e informes de CSI de NC-JT basados en los dos TRP seleccionados pueden iguales a los informes y mediciones de CSI de NC-JT mencionados anteriormente. M puede ser configurado semi-estáticamente por RRC.

En otra aplicación, solo los posibles conjuntos de TRP (o recursos CSI-RS equivalentes) que pueden participar en una transmisión NC-JT son los mismos que se configuran en los estados del indicador de configuración de transmisión (Transmission Configuration Indicator, TCI) activa para la transmisión PDSCH. En la Ver.15 NR, cada estado de TCI incluye un recurso de CSI-RS (o un índice SSB) que se utilizará para la sincronización de tiempo y frecuencia) de modo que el DPS pueda ser compatible al seleccionar un estado de TCI diferente (es decir, el estado TCI es igual a un TRP) de manera dinámica en DCI cuando se programa el DSCH. En la Ver. 16 NR, los estados de TCI extendidos pueden ser compatibles por el hecho de que cada estado TCI incluye dos o más recursos CSI-RS para la sincronización de tiempo/frecuencia. Por lo tanto, estos estados de TCI se pueden utilizar para la programación NC-JT. La combinación de los TRP viables para su selección en los informes CSI de NC-JT pueden ser los mismos que se configuraron en estos estados de TCI extendidos y activados (tenga en cuenta que también hay estados de TCI no activados que no se pueden utilizar para la programación de PDSCH a menos que se activen primero, por ejemplo, la señalización MAC CE). Esto también implica que los TRP K<M pueden participar en la transmisión NC-JT. Un ejemplo típico es M=3 TRP y NC-JT con K=2 TRP, que pueden ser representados por tres estados diferentes de TCI activos y extendidos. Los informes CSI de TRP único también pueden conectarse a estados de TCI configurados y activados, donde el DI 22 solo selecciona el CSI de TRP único si ese recurso CSI-RS se encuentra entre los estados TCI activados.

Para ampliar lo anterior, los indicadores de recursos CSI-RS (CRI) se relacionan con un estado de TCI activado. Por ejemplo, cuando se informa un CRI=0, el recurso

CSI-RS seleccionado (o los recursos en caso de un estado TCI extendido) hace referencia al estado de TCI activado con la identidad más baja, y así sucesivamente.

Tenga en cuenta que, para propósitos de la realimentación CSI, es posible que la selección de TRP no se indique de manera explícita, sino que un TRP puede indicarse de manera implícita mediante la indicación de un recurso CSI-RS de NZP configurado para la medición de canales a través del cual puede asociarse el TRP.

Codificación CSI de Dos Partes

Para el enfoque de realimentación CSI de NC-JT de baja sobrecarga descrito en la sección anterior, el tamaño de la carga útil del CSI puede variar en función de los valores de rango del CSI de TRP único y el CSI de NC-JT asociado a cada TRP. Puede que el nodo de red 16 desconozca el tamaño exacto de la carga útil del CSI para cada CSI antes de recibir el informe CSI. En algunas aplicaciones, por ejemplo, para asegurar la correcta decodificación del informe CSI, el CSI puede dividirse en dos partes CSI, en donde cada parte del CSI se codifica individualmente. En algunas aplicaciones, el tamaño de la carga útil de la primera Parte del CSI es determinista y conocida por el nodo de red 16 antes de recibir el informe CSI, mientras que el tamaño de la carga útil de la segunda Parte del CSI depende de la información codificada en la primera Parte del CSI. Para recibir el informe CSI, el nodo de red 16 puede decodificar la primera Parte del CSI y, después de descodificarla correctamente, se puede determinar el tamaño de la carga útil de la segunda Parte del CSI, lo que puede permitir que el nodo de red 16 proceda y decodifique la segunda Parte del CSI.

Para ello, la primera Parte del CSI puede incluir los rangos de CSI de TRP único para todos los TRP K, es decir, {RI#1, …, RI#K}. Además, la primera parte del CPSI también puede incluir un indicador presente de CSI de NC-JT que señale de manera explícita si el CSI de NC-JT está presente en la segunda parte. Para cada TRP, el tamaño de la carga útil del PMI de TRP único y la presencia de uno o dos CQI también pueden depender de la clasificación del CSI de TRP único correspondiente y, por lo tanto, de los PMI y, como mínimo, la CQI para la segunda palabra clave (si está presente) puede incluirse en la segunda parte del CSI. El CSI de NC-JT también puede depender de los rangos del CSI de TRP único y, por lo tanto, puede incluirse en la segunda Parte del CSI. El indicador de capa NC-JT para cada TRP también puede depender de la clasificación NC-JT para el TRP, pero se puede utilizar una longitud de

bit fija para evitar introducir una tercera Parte de CSI, en algunas aplicaciones. Por ejemplo, si Rth=2, se asigna 1 bit por TRP, con el valor de bit "0" para la capa 0 y "1" para la capa 1 si el rango NC-JT para el TRP es 1, y el bit se ignora si el rango NC-JT es 2. Si CRI se utiliza para seleccionar M de los TRP K para NC-JT, el CRI también se puede incluir en la segunda parte.

Realimentación CSI de baja sobrecarga para URLLC

La transmisión URLLC puede considerarse diferente de los casos de uso anteriores en el sentido en que el objetivo principal puede que no sea maximizar la eficiencia espectral, y en lugar sea maximizar la robustez de la transmisión al transmitir la misma carga útil de datos desde múltiples TRP. Debido a que un DI 22 puede admitir tanto los servicios normales de banda ancha móvil mejorada (eMBB) con requisitos de fiabilidad normales como que el tráfico URLLC de manera simultánea, algunas aplicaciones de la presenta información pueden proporcionar la unificación de la realimentación CSI para ambos casos de uso.

Por lo tanto, para admitir la conmutación dinámica entre la transmisión de TRP único y URLLC a través de los K (K>1) TRP, se puede configurar un DI 22 con un ajuste de informe CSI con recursos K NZP CSI-RS para la medición de canales y recursos K CSI-IM para la medición de interferencias, es decir,

- {NZP CSI-RS #1, NZP CSI-RS #2, …, NZP CSI-RS #K}
- {CSI-IM #1, CSI-IM #2, …, CSI-IM #K},

En donde el par de recursos {NZP CSI-RS #k, CSI-IM #k} está asociado con el kth TRP. El DI 22 puede medir primero la hipótesis de transmisión CSI de TRP único para cada par de recursos. Para el TRP kth, el CSI #k se mide en función del par de recursos {NZP CSI-RS #k, CSI-IM #k}. Esto resulta en el CSI de la hipótesis de transmisión del TRP único, {CSI #1, CSI #2, …, CSI#K}. Cada uno de estos CSI puede incluir un RI, un PMI y uno o dos CQI, es decir, CSI#k = (RI#k, PMI#k, CQI#k).

Para URLLC, en un escenario, el rango informado para todos los TRP es el mismo, en particular puede que solo se permita la transmisión de rango 1 de cada TRP. En este caso, el rango no puede informarse en el CSI de URLLC. La capa única para URLLC puede seleccionarse de las capas informadas en el CSI de hipótesis de transmisión de TRP único. La selección puede tener como objetivo maximizar la

relación entre señal, ruido e interferencia (signal-to-noise-and-interference ratio, SINR). Por lo tanto, el PMI no puede informarse en la realimentación CSI de URLLC. En su lugar, se puede utilizar un indicador de capa (LI) para señalar una de las capas en un CSI de hipótesis de TRP único para cada TRP. Si se envía una palabra clave por separado desde cada TRP, también se puede informar un CQI para cada TRP. Por lo tanto, el CSI de URLLC informado puede incluir $\{L_k^{URLLC}, Q_k^{URLLC}, k = 1, \dots, K\}$, en donde $(L_k^{URLLC}, Q_k^{URLLC})$ son el indicador de capa y el CQI para el TRP kth, respectivamente. Se muestra un ejemplo en LA FIG. 18, en donde se utilizan dos TRP. En este ejemplo, la capa 1 se selecciona en TRP1, mientras que la capa 0 se selecciona en TRP2 para URLLC. En este ejemplo, el DI 22 puede informar el siguiente CSI:

- CSI de TRP único:
  - CSI#1 = (RI#1, PMI#1, CQI#1) para TRP #1
  - CSI#2 = (RI#2, PMI#2, CQI#2) para TRP #2
- CSI DE URLLC:
  - $(L_1^{URLLC} = 1, Q_1^{URLLC})$ asociado con el TRP #1
  - $(L_2^{URLLC} = 0, Q_2^{URLLC})$ asociado con el TRP #2

Una de las ventajas de este enfoque puede ser que no se informa ningún PMI para URLLC, lo que puede ahorrar una gran cantidad de sobrecarga de realimentación.

En algunas aplicaciones, si se transmite un solo CW en todos los TRP, se puede informar un único CQI. Por lo tanto, el CSI de URLLC informado incluye $\{L_k^{URLLC}, Q^{URLLC}, k = 1, \dots, K\}$, en donde Q^{URLLC} es un CQI conjunto.

En otro escenario, si hasta el rango 2 también es compatible con URLLC, el rango por cada TRP para el URLLC también puede informarse junto con los indicadores de capa y de CQI. Por lo tanto, el CSI de URLLC puede incluir $\{R_k^{URLLC}, L_k^{URLLC}, Q_k^{URLLC}, k = 1, \dots, K\}$.

En el URLLC, se pueden utilizar los mismos o diferentes recursos en cada TRP. En caso de que se utilice el mismo recurso en todos los TRP, el DI 22 puede tener en cuenta la interferencia entre los TRP al calcular el CSI. Además, puede ser necesario que el DI 22 conozca el tipo de combinación suave (*soft combining*), es decir, IR o CC, para poder medir correctamente el CSI. Por lo tanto, la información sobre si se utiliza o no el mismo recurso, el tipo de combinación de suave y si se utiliza o no el tipo de

transmisión SFN puede señalizarse de la red al DI 22 o estar predefinida/predeterminada.

En una aplicación, cuando se utilizan recursos no superpuestos para el TRP múltiple (es decir, los recursos asociados con los diferentes TRP no se superponen en dominio de frecuencia, dominio de tiempo o ambos), puede que no haya interferencia entre los TRP. En este caso de programación con recursos no superpuestos, puede que el CSI de URLLC no sea necesario y que el programador pueda utilizar un CSI de TRP único. En algunas aplicaciones, cuando el DI 22 esté configurado para la transmisión URLLC en recursos no superpuestos, el DI 22 solo retroalimenta los CSI de TRP único y el CSI de URLLC puede omitirse.

Realimentación NC-JT o URLLC CSI única

En esta representación, los informes CSI para NC-JT o URLLC se configuran por separado de los informes CSI TRP únicos. Se puede configurar un DI 22 (por ejemplo, mediante el nodo de red 16) con una configuración de informes CSI con recursos K>1 NZP CSI-RS para la medición de canales y un recurso K CSI-IM para medir las interferencias, donde cada uno de los recursos K NZP CSI-RS está asociado a un TRP. En la configuración de informes CSI, también se puede configurar un indicador para ver si los informes CSI van para el NC-JT o el URLLC. También se puede incluir una restricción de rango por TRP o recurso NZP CSI-RS en la configuración de informes CSI de forma que se aplique una clasificación máxima por TRP.

Para la NC-JT, el DI 22 puede seleccionar e informar sobre un 1<M<K (o recursos NZP CSI-RS) y el NC-JT CSI asociado, donde M puede estar predefinido en los estándares o señalizado en el DI 22, como por el nodo de red 16 a través de la señalización RRC. El NC-JT CSI puede incluir un indicador de rango y un indicador de matriz de precodificación para cada TRP seleccionado, así como un indicador de calidad de canal para cada palabra clave. En algunas aplicaciones, los informes NC-JT CSI sólo se pueden activar cuando se cumple una determinada condición en una realimentación TRP CSI única. Por ejemplo, el nodo de red 16 determina a través de una sola realimentación TRP CSI TRP y/o la potencia recibida de la señal de referencia (RSRP) informa que el DI 22 está en el borde de la celda y está en la condición de línea de visión (LOS) en dos TRP.

En el caso de URLLC, se puede incluir en la configuración del informe un indicador sobre si se utilizasen los mismos recursos de frecuencia o no superpuestos en cada TRP (por ejemplo, mediante el nodo de red 16). Además, un indicador sobre si la transmisión se repetiría en el tiempo también se puede incluir en algunas aplicaciones.

Algunas aplicaciones pueden incluir una o más de las siguientes:

Realimentación CSI conjunta de TRP única y TRP múltiple

1. Un método de realimentación CSI, por ejemplo, para conmutar dinámicamente transmisiones PDSCH entre un punto único de transmisión (TRP) y varios puntos de transmisión a un DI 22 en una red inalámbrica, caracterizado porque el método comprende uno o más de:
   - configuraciones, por ejemplo, mediante un nodo de red 16, el DI 22 con uno o más ajustes de informes CSI que contengan recursos K>1 NZP CSI-RS, cada uno asociado a un TRP;
   - Solicitudes, por ejemplo, mediante un nodo de red 16, realimentación CSI del DI 22 basada en uno o más ajustes de informes CSI; y
   - Medición y/o notificación, por el DI 22, CSI con una o ambas hipótesis de transmisión TRP única e hipótesis de transmisión TRP múltiple; y/o
   - Programación, por ejemplo, mediante el nodo de red 16, transmisiones PDSCH al DI 22 según la realimentación de CSI.
2. El método de la aplicación 1 se caracteriza porque uno o más ajustes de informes CSI contienen recursos K>1 CSI-IM para medir interferencias.
3. El método de las aplicaciones 1 y 2 se caracteriza porque el CSI para las hipótesis de transmisión TRP única comprenden un CSI para cada uno de los recursos K>1 NZP CSI-RS.
4. El método de aplicaciones 1 a 3 se caracteriza porque el CSI para hipótesis de transmisión TRP únicas asociadas con cada recurso NZP CSI-RS comprende además uno o más de un indicador de rango (RI), un indicador de calidad de precodificación (PMI) y un indicador de calidad de canal (CQI).
5. El método de aplicaciones 1 a 4 se caracteriza porque el CSI para hipótesis de transmisión TRP múltiple comprende un CSI para una o ambas transmisiones conjuntas no coherente (NC-JT) o transmisiones Ultra confiable de baja latencia (URLLC).

6. El método de las aplicaciones 1 a 5 se caracteriza porque el CSI para la NC-JT se mide y/o se informa sólo cuando se cumplen ciertas condiciones, en donde las condiciones pueden ser que los rangos del CSI para la transmisión TRP única están todas por debajo de un umbral, o bien, el rendimiento de los datos con la NC-JT es inferior al rendimiento de los datos con transmisión TRP único.
7. El método de la aplicación 6 se caracteriza porque el umbral se señala o se preespecifica al DI 22.
8. El método de las aplicaciones 1 a 6 se caracteriza porque el CSI para la NC-JT comprende un indicador de rango, y/o un indicador de capa, y/o un indicador de calidad de canal para cada uno de los recursos K>1 NZP CSI-RS.
9. El método de aplicación 8 se caracteriza porque el indicador de capa asociado con un recurso NZP CSI-RS indica la(s) capa(s) MIMO en el único TRP CSI asociado con el mismo recurso NZP CSI-RS para la transmisión NC-JT.
10. El método de las aplicaciones 8 a 9 se caracteriza porque el indicador de capa indica implícitamente una matriz de precodificación para la NC-JT, en donde la matriz de precodificación comprende un subconjunto de columna(s) de la matriz de precodificación asociada con el TRP CSI único.
11. El método de las aplicaciones 1 a 10 se caracteriza porque cuando los recursos K NZP CSI-RS se configuran en uno o más informes CSI, la configuración es mayor que el número de TRP, M>1. Para la transmisión de la NC-JT, el DI 22 puede seleccionar primero los recursos M NZP CSI-RS y luego medir y/o informar sobre la CSI NC-JT con base en los recursos M NZP CSI-RS seleccionados.
12. El método de la aplicación 11, en donde los recursos seleccionados de M NZP CSI-RS también se reportan como parte de la NC-JT CSI.
13. El método de las aplicaciones 1 a 5 se caracteriza porque el CSI para el URLLC se puede medir en total o a manera de subconjunto de los recursos K NZP CSI-RS y/o si se utiliza un subconjunto de los recursos K NZP CSI-RS, el subconjunto seleccionado también se puede reportar.
14. El método de las aplicaciones 1 a 13 se caracteriza porque el DI 22 también se señala (es decir, recibe, por ejemplo a través de un nodo de red) con información sobre si los recursos completamente superpuestos o no superpuestos se deben utilizar en los K TRP para el URLLC.

15. El método de las aplicaciones 1 a 14 se caracteriza porque el CSI para la URLLC comprende uno o más indicadores de rango, un indicador de capa para cada uno de los recursos K>1 NZP CSI-RS y un indicador de calidad de canal.
16. El método de la aplicación 15 se caracteriza porque el indicador de capa muestra, de manera implícita, una matriz de precodificación para el URLLC, en donde la matriz de precodificación comprende un subconjunto de columna(s) de la matriz de precodificación asociada con el TRP CSI único.
17. El método de la aplicación 5 se caracteriza porque la indicación de si el CSI es para NZ-JT o el URLLC está configurada en el ajuste del informe CSI o señalada separadamente al DI 22.
18. El método de la aplicación 1 a 15 se caracteriza porque el informe CSI contiene una primera parte y una segunda parte, donde el tamaño de la primera parte es fijo mientras que el de la segunda depende de la primera.
19. El método de la aplicación 18 se caracteriza porque la primera parte comprende uno o más de indicadores de rango para el TRP CSI único y un indicador de si el CSI NC-JT está presente, y la segunda parte contiene el resto de la realimentación CSI
20. El método de la aplicación 9 se caracteriza porque la primera parte se codifica primero antes de codificar la segunda parte en el DI 22.
21. El método de la aplicación 9 a 11 se caracteriza porque la primera parte se decodifica primero en un nodo de red.

Realimentación CSI separada de TRP única y TRP múltiple:

1. Un método de realimentación CSI, por ejemplo, para conmutar dinámicamente transmisiones PDSCH entre un punto único de transmisión (TRP) y varios puntos de transmisión a un DI 22 en una red inalámbrica, caracterizado porque el método comprende uno o más de:

   - configuraciones, por ejemplo, mediante un nodo de red 16, el DI 22 con uno o más ajustes de informes CSI que contengan recursos K>1 NZP CSI-RS, cada uno asociado a un TRP;
   - Solicitudes, por ejemplo, mediante un nodo de red 16, realimentación CSI del DI 22 basada en uno o más ajustes de informes CSI;
   - Medición y/o notificación, mediante un DI 22, CSI con una o ambas hipótesis de transmisión TRP única e hipótesis de transmisión TRP múltiple;

- Programación, por ejemplo, mediante el nodo de red 16, transmisiones PDSCH a un DI 22 según la realimentación de CSI.

2. El método de (1) se caracteriza porque uno o más ajustes de informes CSI además contiene recursos K>1 CSI-IM para medir interferencias.
3. El método de (1) se caracteriza porque una indicación de si la realimentación CSI es para hipótesis de transmisión TRP única o hipótesis de transmisión TRP múltiple se indica en la configuración del informe CSI.
4. El método de (1) se caracteriza porque la CSI para hipótesis de transmisión TRP único comprende K CSI cada uno medido sobre un par de recursos de los recursos K NZP CSI-RS y CSI-IM, donde K es un entero >=1.
5. El método de (4) se caracteriza porque cada uno de los K CSI comprende uno o más de un indicador de rango (RI), un indicador de matriz de precodificación (PMI) y un indicador de calidad de canal (CQI).
6. El método de (1) se caracteriza porque las hipótesis de transmisión multi-TRP pueden ser para la transmisión NC-JT o la transmisión URLLC.
7. Los métodos del (1) al (6) se caracterizan porque la indicación de si el CSI es para la NC-JT o el URLLC está configurada en el ajuste del informe CSI o señalada separadamente.
8. Los métodos del (1) al (6) se caracterizan porque el CSI para las hipótesis de transmisión TRP múltiple comprenden un RI, un PMI y un CQI o más asociado con cada uno de los recursos K NZP CSI-RS.
9. Los métodos del (1) al (6) se caracterizan porque el CSI para las hipótesis de transmisión TRP múltiple comprende uno o más indicadores de rango (RI) y un PMI asociado con cada uno de los recursos K NZP CSI-RS y un CQI.
10. Los métodos del (1) al (8) se caracterizan porque el DI 22 puede seleccionar primero los recursos M<K NZP CSI-RS de los recursos K NZP CSI-RS y mide y/o informar el CSI TRP múltiple basado en los recursos M NZP CSI-RS seleccionados.
11. El método (9) se caracteriza porque los recursos seleccionados de M NZP CSI-RS también se reportan como parte del indicador de recursos CSI-RS.
12. Los métodos del (1) al (11) se caracterizan porque el DI 22 también se señala (es decir, recibe) información sobre si los recursos completamente superpuestos o no superpuestos se deben utilizar en los K TRP para el URLLC.

Además, algunas aplicaciones de la presente información pueden incluir una o más de las siguientes:

Aplicación A1. Nodo de red configurado para comunicarse con un dispositivo inalámbrico (DI), nodo de red configurado para, y/o compuesto por una interfaz de radio y/o compuesto por circuitos de procesamiento configurados para realizar una de las siguientes acciones:

Envío de transmisiones de canal de enlace descendente desde un punto único de transmisión (TRP) y/o varios puntos de transmisión (multi-trp);

Configurar el DI con un ajuste de informe de información de estado de canal (CSI) con recursos de señal de referencia de información de estado de canal de potencia (NZP CSI-RS) K > 1 distintos de cero, cada uno asociado a un TRP; y/o

Solicitar un informe de realimentación de CSI desde la DI con base en la configuración del informe CSI al asumir transmisión de datos de cada uno de los K TRP y la transmisión de datos de cada uno de los TRP M >1 de los K TRP; y/o

Programación de las transmisiones del canal de enlace descendente a la DI en función del informe de realimentación CSI.

Aplicación A2. El nodo de red de Aplicación A1 se caracteriza porque el informe de realimentación CSI comprende CIS K TRP únicos, cada uno asociado con uno de los recursos K NZP CSI-RS y si se cumple una determinada condición, uno o más CSI para la transmisión NC-JT.

Aplicación A3. El nodo de red de la Aplicación A1 se caracteriza porque el informe de realimentación CSI comprende además un indicador para ver si el NC-JT CSI está presente en el informe.

Aplicación A4. El nodo de red de la Aplicación A1 se caracteriza porque el informe de realimentación del CSI contiene una primera parte y una segunda parte, donde el tamaño de la primera es fijo mientras que el de la segunda depende de la primera.

Aplicación B1. Método implementado en un nodo de red, que comprende uno o varios de los siguientes elementos:

Envío de transmisiones de canal de enlace descendente desde un punto único de transmisión (TRP) y/o varios puntos de transmisión (multi-trp);

Configurar el DI con un ajuste de informe de información de estado de canal (CSI) con recursos de señal de referencia de información de estado de canal de potencia (NZP CSI-RS) K > 1 distintos de cero, cada uno asociado a un TRP; y/o

Solicitar un informe de realimentación de CSI a la DI asumiendo la transmisión de datos de cada uno de los TRP K y la transmisión de datos de cada uno de M >1 TRP de los TRP K basándose en la configuración del informe de CSI; y/o

Programación de las transmisiones del canal de enlace descendente a la DI en función del informe de realimentación CSI.

Aplicación B2. El método de Aplicación B1, se caracteriza porque el informe de realimentación CSI comprende CIS K TRP únicos, cada uno asociado con uno de los recursos K NZP CSI-RS y si se cumple una determinada condición, uno o más CSI para la NC-JT.

Aplicación B3. El método de la Aplicación B1 se caracteriza porque el informe de realimentación CSI comprende además un indicador para ver si la NC-JT CSI está presente en el informe.

Aplicación B4. El método de la Aplicación B1 se caracteriza porque el informe de realimentación del CSI contiene una primera parte y una segunda parte, donde el tamaño de la primera es fijo mientras que el de la segunda depende de la primera.

Aplicación C1. Un dispositivo inalámbrico (DI) configurado para comunicarse con un nodo de red, el DI configurado a, y/o compuesto por una interfaz de radio y/o compuesto por circuitos de procesamiento configurados para realizar una de las siguientes acciones:

Recibir una solicitud de realimentación sobre la CSI con base en la configuración del reporte de la información de estado de canal (CSI) con señal de referencia de información de estado de canal de potencia no cero (NZP CSI-RS) K > 1, cada uno asociado a un punto de transmisión (TRP); y/o

Medir y realimentar la información de estado de canal (CSI) asumiendo la transmisión de datos de cada uno de los TRP K y la transmisión de datos de cada uno de los M >1 TRP de los TRP K con base en la configuración del informe de CSI recibido.

Aplicación C2. El DI de la Aplicación C1 se caracteriza porque el informe de realimentación CSI comprende CIS K TRP únicos, cada uno asociado con uno de los recursos K NZP CSI-RS y si se cumple una determinada condición, uno o más CSI para la NC-JT.

Aplicación C3. El DI de la Aplicación C1 se caracteriza porque el informe de realimentación CSI incluye además un indicador para ver si la NC-JT CSI está presente en el informe de realimentación CSI.

Aplicación C4. El DI de la Aplicación C1 se caracteriza porque el informe de realimentación del CSI contiene una primera parte y una segunda parte, donde el tamaño de la primera es fijo mientras que el de la segunda depende de la primera.

Aplicación D1. Método implementado en un dispositivo inalámbrico (DI) que comprende uno o varios de los siguientes elementos:

Recibir una solicitud de realimentación sobre la CSI con base en la configuración del reporte de la información de estado de canal (CSI) con señal de referencia de información de estado de canal de potencia no cero (NZP CSI-RS) K > 1, cada uno asociado a un punto de transmisión (TRP); y/o

Medir y enviar un informe de realimentación de información de estado de canal (CSI) asumiendo la transmisión de datos de cada uno de los TRP K y la transmisión de datos de cada uno de los M >1 TRP de los TRP K con base en la configuración del informe de CSI.

Aplicación D2. El Método de la Aplicación D1 se caracteriza porque el informe de realimentación CSI comprende CIS K TRP únicos, cada uno asociado con uno de los recursos K NZP CSI-RS y si se cumple una determinada condición, uno o más CSI para la NC-JT.

Aplicación D3. El Método de la Aplicación D1 se caracteriza porque el informe de realimentación CSI incluye además un indicador para ver si la NC-JT CSI está presente en el informe de realimentación CSI.

Aplicación D4. El método de la Aplicación D1 se caracteriza porque el informe de realimentación del CSI contiene una primera parte y una segunda parte, donde el tamaño de la primera es fijo mientras que el de la segunda depende de la primera.

Como lo apreciaría un experto en el tema, los conceptos descritos aquí se pueden aplicar como un método, un sistema de procesamiento de datos, un producto de programa de computador y/o medios de almacenamiento de computador que almacenan un programa ejecutable. En consecuencia, los conceptos descritos en este documento pueden adoptar la forma de una aplicación enteramente de hardware, una enteramente de software o una que combine aspectos de software y hardware, que generalmente se conocen como "circuito" o "módulo". Cualquier proceso, paso, acción y/o funcionalidad aquí descritos se puede ejecutar, y/o asociar a un módulo correspondiente, que se puede implementar en software, en firmware y/o en hardware. Además, la información puede adoptar la forma de un producto de programa informático en un medio de almacenamiento tangible que se pueda ejecutar por computador que tenga un código de programa informático incorporado en el medio que se pueda ejecutar a través de computador. Se puede utilizar cualquier medio tangible que pueda leerse en un computador, incluidos discos duros, CD-ROM, dispositivos de almacenamiento electrónicos, dispositivos de almacenamiento óptico o dispositivos de almacenamiento magnético.

Algunas aplicaciones se describen aquí con referencia a ilustraciones de diagramas de flujo y/o diagramas de bloques de métodos, sistemas y productos de programas informáticos. Se entenderá que cada bloque de las ilustraciones del diagrama de flujo y/o los diagramas de bloque, y las combinaciones de bloques en las ilustraciones del diagrama de flujo y/o diagramas de bloque, se pueden implementar por medio de instrucciones del programa de computador. Estas instrucciones de programa de computador se pueden proporcionar a un procesador de una computadora de propósito general (para así crear un computador de propósito especial), una computador de propósito especial, u otro aparato programable de procesamiento de datos para producir una máquina, de tal forma que las instrucciones, que se ejecutan a través del procesador del computador u otro aparato de procesamiento de datos programable, creen medios para implementar las funciones/actos especificados en el diagrama de flujo y/o bloque(s) de diagrama de bloque.

Estas instrucciones de programas informáticos también pueden almacenarse en una memoria que se pueda leer a través de un computador o en un medio de almacenamiento que pueda hacer que un computador u otro aparato de procesamiento

de datos programable funcione de una manera determinada, de modo que las instrucciones almacenadas en la memoria produzcan un artículo de fabricación, incluyendo los medios de instrucción que implementan la función/acto especificado en el diagrama de flujo y/o bloque(s) de diagrama.

Las instrucciones del programa informático también se pueden cargar en un ordenador u otro aparato de procesamiento de datos programable para hacer que se realicen una serie de pasos operativos en el computador u otro aparato programable para producir un proceso informático implementado de tal forma que las instrucciones que se ejecutan en el computador u otros aparatos programables proporcionan pasos para implementar las funciones/actos especificados en el diagrama de flujo y/o bloque(s) de diagrama de bloque.

Se debe entender que las funciones/actos anotados en los bloques pueden ocurrir fuera del orden indicado en las ilustraciones operativas. Por ejemplo, dos bloques mostrados en sucesión pueden, de hecho, ejecutarse sustancialmente al mismo tiempo o, a veces, se pueden ejecutar en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad o los actos implicados. Aunque algunos de los diagramas incluyen flechas en las rutas de comunicación para mostrar una dirección principal de comunicación, debe entenderse que la comunicación puede ocurrir en la dirección opuesta a las flechas representadas.

El código de programa informático para la realización de las operaciones de los conceptos aquí descritos puede escribirse en un lenguaje de programación orientado a objetos como Java® o C++. Sin embargo, el código de programa informático para llevar a cabo las operaciones de información también se puede escribir en lenguajes de programación de procedimiento convencionales, como el lenguaje de programación «C». El código de programa se puede ejecutar completamente en el equipo del usuario, en parte del mismo, como paquete de software independiente, y también una parte en el equipo del usuario y otra en un equipo remoto, o completamente en el equipo remoto. En este último escenario, el equipo remoto puede estar conectado al equipo del usuario a través de una red de área local (LAN) o una red de área extensa (WAN), o bien la conexión se puede realizar a un equipo externo (por ejemplo, a través de Internet mediante un proveedor de servicios de Internet).

Se ha informado sobre varias aplicaciones en el presente documento, en conexión con la descripción anterior y en los diagramas. Se entenderá que sería excesivamente repetitivo y extenso describir e ilustrar literalmente cada combinación y subcombinación de estas aplicaciones. Por consiguiente, todas las aplicaciones se pueden combinar de cualquier manera y la presente especificación, incluyendo los diagramas, se interpretará como una descripción escrita y completa de todas las combinaciones y subcombinaciones de las aplicaciones aquí descritas, así como de la manera y del proceso para hacerlas y utilizarlas. Finalmente, este documento respaldará todas las reivindicaciones para cualquier combinación o subcombinación.

Las personas expertas en la materia apreciarán que las aplicaciones aquí descritas no se limitan a lo que se ha mostrado y descrito particularmente en el presente documento. Además, a menos de que se exponga de otra forma, cabe señalar que todos los diagramas que se presentan no se encuentran a escala. Es posible encontrar diversas modificaciones y variaciones a la luz de lo expuesto anteriormente sin apartarse del alcance de las siguientes reivindicaciones.

Lo que se reivindica es:

1. Un método implementado en un dispositivo inalámbrico (22) que comprende uno o varios de los siguientes elementos:

Recepción (S140) de una configuración de información de estado de canal, CSI, ajuste de informe para al menos la señal de referencia de información de estado de canal de potencia K>1 que no sea cero, NZP CSI-RS, recursos para medición de canal y una configuración de cantidad de informe, siendo K un número entero;

Recepción (S142) de una solicitud de informe de realimentación para la medición y la realimentación CSI basada al menos en parte en la configuración del informe CSI;

Canales de medición (S144) basados al menos en parte en los recursos NZP CSI-RS; y

Envío (S146) de información de estado de canal, CSI, informe de realimentación basado al menos en parte en:

las mediciones del canal; y

la configuración de la cantidad del informe; y

el informe de realimentación de CSI que incluye al menos una de las primeras realimentaciones de CSI y una segunda realimentación.

2. El método de la Reivindicación 1 se caracteriza porque la primera realimentación CSI comprende un CSI asociado con cada uno de los recursos K NZP CSI-RS.

3. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque la segunda realimentación CSI comprende un CSI para una transmisión de unión no coherente, NC-JT, y una transmisión Ultra confiable de baja latencia, URLL.

4. El método de cualquiera de las Reivindicaciones 1-3 se caracteriza porque la segunda realimentación CSI comprende un primer indicador de rango y un

primer indicador de matriz de precodificación asociado con un primer recurso NZP CSI-RS, y un segundo indicador de rango y un segundo indicador de matriz de precodificación asociado con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de calidad de canal conjunto condicionado al primer y segundo rango e indicadores de matriz de precodificación.

5. El método de cualquiera de las Reivindicaciones 1-3 se caracteriza porque la segunda realimentación CSI comprende un primer indicador de rango y un primer indicador de capa asociado con un primer recurso NZP CSI-RS, un segundo indicador de rango y un segundo indicador de capa asociado con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de calidad de canal conjunto condicionado al primer y segundo rango e indicadores de capa.

6. El método de cualquiera de las Reivindicaciones 1-4 se caracteriza porque la segunda realimentación CSI comprende además las identidades del primero y segundo recursos NZP CSI-RS.

7. El método de cualquiera de las Reivindicaciones 1-3 comprende además:

La determinación de si se debe incluir la segunda realimentación del CSI en el informe de realimentación del CSI.

8. El método de la Reivindicación 7 se caracteriza porque al determinar si incluir la segunda realimentación CSI comprende:

La determinación de incluir la segunda realimentación CSI si cada rango de la primera realimentación CSI está por debajo de un valor de umbral.

9. El Método de la Reivindicación 1-8 se caracteriza porque el informe de realimentación CSI incluye además un indicador para ver si la segunda realimentación CSI está presente en el informe de realimentación CSI.

10. El método de cualquiera de las Reivindicaciones 1-9 se caracteriza porque el informe de realimentación CSI incluye solo la segunda realimentación CSI.

11. Un método implementado en un nodo de red (16) que comprende los siguientes elementos:

Configuración (S134) de un dispositivo inalámbrico (22) con la configuración del informe de estado de canal, CSI, para al menos la señal de referencia de información de estado de canal de potencia K>1 que no sea cero de los recursos NZP CSI-RS, para medir el canal y una configuración de cantidad de informe, siendo K un número entero;

Envío (S136) de una solicitud de informe de realimentación para la medición y la realimentación CSI basada al menos en parte en la configuración del informe CSI; y

Recepción (S138) del informe de realimentación de estado de canal, CSI, basada al menos en parte en la configuración del informe CSI; y

el informe de realimentación de CSI que incluye al menos una de las primeras realimentaciones de CSI y una segunda realimentación.

12. El método de la Reivindicación 11 se caracteriza porque la primera realimentación CSI comprende un CSI asociado con cada uno de los recursos K NZP CSI-RS.

13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 11 y 12, caracterizado porque la segunda realimentación CSI comprende un CSI para una transmisión de unión no coherente, NC-JT, y una transmisión Ultra confiable de baja latencia, URLL.

14. El método de cualquiera de las Reivindicaciones 11-13 se caracteriza porque la segunda realimentación CSI comprende un primer indicador de rango y un primer indicador de matriz de precodificación asociado con un primer recurso NZP CSI-RS, y un segundo indicador de rango y un segundo indicador de matriz de precodificación asociado con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de

calidad de canal conjunto condicionado al primer y segundo rango e indicadores de matriz de precodificación.

15. El método de cualquiera de las Reivindicaciones 11-13 se caracteriza porque la segunda realimentación CSI comprende un primer indicador de rango y un primer indicador de capa asociado con un primer recurso NZP CSI-RS, un segundo indicador de rango y un segundo indicador de capa asociado con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de calidad de canal conjunto condicionado al primer y segundo rango e indicadores de capa.

16. El método de cualquiera de las Reivindicaciones 11-15 se caracteriza porque la segunda realimentación CSI comprende además las identidades del primero y segundo recursos NZP CSI-RS.

17. El método de cualquiera de las Reivindicaciones 11-16 se caracteriza porque el informe de realimentación CSI incluye tanto la primera como la segunda realimentación CSI.

18. El método de cualquiera de las Reivindicaciones 11-16 se caracteriza porque el informe de realimentación CSI incluye la segunda realimentación CSI si cada rango de la primera realimentación CSI se encuentra por debajo de un valor de umbral.

19. El método de cualquiera de las Reivindicaciones 11-16 se caracteriza porque el informe de realimentación CSI incluye además un indicador para ver si la segunda realimentación CSI está presente en el informe de realimentación CSI.

20. El método de cualquiera de las Reivindicaciones 11-16 se caracteriza porque el informe de realimentación CSI incluye solo la segunda realimentación CSI.

21. Un dispositivo inalámbrico (22) configurado para comunicarse con un nodo de red (16), el dispositivo inalámbrico (22) que consta de circuitos de procesamiento (84) configurados para hacer que el dispositivo inalámbrico (22):

reciba una configuración de información de estado de canal, CSI, ajuste de informe para al menos la señal de referencia de información de estado de canal de potencia K>1 que no sea cero, NZP CSI-RS, recursos para medición de canal y una configuración de cantidad de informe, siendo K un número entero;

reciba una solicitud de informe de realimentación para la medición y la realimentación CSI basada al menos en parte en la configuración del informe CSI;

Mida canales basados al menos en parte en los recursos NZP CSI-RS; y

Envíe información de estado de canal, CSI, informe de realimentación basado al menos en parte en:

las mediciones del canal; y

la configuración de la cantidad del informe; y

el informe de realimentación de CSI que incluye al menos una de las primeras realimentaciones de CSI y una segunda realimentación.

22. El dispositivo inalámbrico (22) de la Reivindicación 21 se caracteriza porque la primera realimentación CSI comprende un CSI por cada uno de los recursos K NZP CSI-RS.

23. El dispositivo inalámbrico (22) de cualquiera de las Reivindicaciones 21 y 22, se caracteriza porque la segunda realimentación CSI comprende un CSI para una transmisión de unión no coherente, NC-JT, y una transmisión Ultra confiable de baja latencia, URLL.

24. El dispositivo inalámbrico (22) de cualquiera de las Reivindicaciones 21-23 se caracteriza porque la segunda realimentación CSI comprende un primer indicador de rango y un primer indicador de matriz de precodificación asociado con un primer recurso NZP CSI-RS, y un segundo indicador de rango y un segundo indicador

de matriz de precodificación asociado con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de calidad de canal conjunto condicionado al primer y segundo rango e indicadores de matriz de precodificación.

25. El dispositivo inalámbrico (22) de cualquiera de las Reivindicaciones 21-23 se caracteriza porque la segunda realimentación CSI comprende un primer indicador de rango y un primer indicador de capa asociado con un primer recurso NZP CSI-RS, un segundo indicador de rango y un segundo indicador de capa asociado con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de calidad de canal conjunto condicionado al primer y segundo rango e indicadores de capa.

26. El dispositivo inalámbrico (22) de cualquiera de las Reivindicaciones 21-25 se caracteriza porque la segunda realimentación CSI incluye además las identidades del primero y segundo recursos NZP CSI-RS.

27. El dispositivo inalámbrico (22) de cualquiera de las Reivindicaciones 21-23 se caracteriza porque el circuito de procesamiento (84) está configurado para hacer que el dispositivo inalámbrico (22):

determine si se debe incluir la segunda realimentación del CSI en el informe de realimentación del CSI.

28. El dispositivo inalámbrico (22) de la Reivindicación 27 se caracteriza porque el circuito de procesamiento (84) se configura adicionalmente para hacer que el dispositivo inalámbrico (22) determine si incluir la segunda realimentación CSI al ser configurado para hacer que el dispositivo inalámbrico (22):

Determine incluir la segunda realimentación CSI si cada rango de la primera realimentación CSI está por debajo de un valor de umbral.

29. El dispositivo inalámbrico (22) de cualquiera de las Reivindicaciones 21-28 se caracteriza porque el informe de realimentación CSI incluye además un

indicador para ver si la segunda realimentación CSI está presente en el informe de realimentación CSI.

30. El dispositivo inalámbrico (22) de cualquiera de las Reivindicaciones 21-29 se caracteriza porque el informe de realimentación CSI incluye solo la segunda realimentación CSI.

31. Un nodo de red (16) configurado para comunicarse con un dispositivo inalámbrico (22), el nodo de red (16) que incluye los circuitos de procesamiento (68) se configuran para hacer que el nodo de red (16):

Configure al dispositivo inalámbrico (22) con la configuración del informe de estado de canal, CSI, para al menos la señal de referencia de información de estado de canal de potencia K>1 que no sea cero de los recursos NZP CSI-RS, para medir el canal y una configuración de cantidad de informe, siendo K un número entero;

envíe una solicitud de informe de realimentación para la medición y la realimentación CSI basada al menos en parte en la configuración del informe CSI; y

reciba información de realimentación sobre el estado del canal, CSI, en donde el informe de realimentación del CSI se base al menos en parte en la configuración del informe CSI y el informe de realimentación CSI que incluye al menos una de las realimentaciones primera o segunda del CSI.

32. El nodo de red (16) de la Reivindicación 31 se caracteriza porque la primera realimentación CSI comprende un CSI por cada uno de los recursos K NZP CSI-RS.

33. El nodo de red (16) de cualquiera de las Reivindicaciones 31 y 32, se caracteriza porque la segunda realimentación CSI comprende un CSI para una transmisión de unión no coherente, NC-JT, y una transmisión Ultra confiable de baja latencia, URLL.

34. El nodo de red (16) de cualquiera de las Reivindicaciones 31-33 se caracteriza porque la segunda realimentación CSI comprende un primer indicador de rango y un primer indicador de matriz de precodificación asociado con un primer recurso NZP CSI-RS, y un segundo indicador de rango y un segundo indicador de matriz de precodificación asociado con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de calidad de canal conjunto condicionado al primer y segundo rango e indicadores de matriz de precodificación.

35. El nodo de red (16) de cualquiera de las Reivindicaciones 31-33 se caracteriza porque la segunda realimentación CSI comprende un primer indicador de rango y un primer indicador de capa asociado con un primer recurso NZP CSI-RS, un segundo indicador de rango y un segundo indicador de capa asociado con un segundo recurso NZP CSI-RS, y un indicador de calidad de canal conjunto condicionado al primer y segundo rango e indicadores de capa.

36. El nodo de red (16) de cualquiera de las Reivindicaciones 31-35 se caracteriza porque la segunda realimentación CSI incluye además las identidades del primero y segundo recursos NZP CSI-RS.

37. El nodo de red (16) de cualquiera de las Reivindicaciones 31-36 se caracteriza porque el informe de realimentación CSI incluye tanto la primera como la segunda realimentación CSI.

38. El nodo de red (16) de cualquiera de las Reivindicaciones 31-36 se caracteriza porque el informe de realimentación CSI incluye la segunda realimentación CSI si cada rango de la primera realimentación CSI se encuentra por debajo de un valor de umbral.

39. El nodo de red (16) de cualquiera de las Reivindicaciones 31-36 se caracteriza porque el informe de realimentación CSI incluye además un indicador para ver si la segunda realimentación CSI está presente en el informe de realimentación CSI.

40. El nodo de red (16) de cualquiera de las Reivindicaciones 31-36 se caracteriza porque el informe de realimentación CSI incluye solo la segunda realimentación CSI.

RESUMEN

Los métodos y aparatos se revelan para la realimentación de CSI de baja sobrecarga para transmisiones de puntos de transmisión múltiple. En una aplicación, un método implementado en un dispositivo inalámbrico incluye recibir la configuración del informe de estado de canal, CSI, para al menos la señal de referencia K>1 de información de estado de canal de potencia no cero, NZP CSI-RS, los recursos para la medición de canal y una configuración de cantidad de informes, siendo K un entero; la recepción de una solicitud de realimentación de comentarios CSI para su medición y realimentación basada al menos en parte en la configuración del informe CSI; la medición de canales basada al menos en parte en los recursos NZP CSI-RS; y el envío del informe de configuración de la información de estado de canal, CSI, basado al menos en parte en las mediciones del canal, y la configuración de la cantidad del informe, y el informe de realimentación CSI que incluye al menos la primera y la segunda realimentación CSI.