

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 735 528**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.12.2008 PCT/KR2008/007382**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.07.2009 WO09082110**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2008 E 08865616 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019 EP 2235992**

54 Título: **Métodos y aparatos de realimentación de indicación de calidad de canal en un sistema de comunicación**

30 Prioridad:

21.12.2007 US 8567
16.09.2008 US 232376

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.12.2019

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121, US

72 Inventor/es:

PI, ZHOUYUE;
KHAN, FAROOQ;
ZHANG, JIANZHONG y
 TSAI, JIANN-AN

74 Agente/Representante:

MILTENYI , Peter

ES 2 735 528 T3

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

DESCRIPCIÓN

Métodos y aparatos de realimentación de indicación de calidad de canal en un sistema de comunicación

5 Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a métodos y aparatos para realimentar una indicación de calidad de canal en un sistema de comunicación.

2. Descripción de la técnica relacionada

15 La tabla 1 muestra un ejemplo de una tabla de indicación de calidad de canal (*Channel Quality Indication*, CQI). Cada índice de CQI de la tabla representa la condición de canal estimada por una estación móvil (es decir, equipo de usuario o UE). Para una condición de canal dada, el índice de CQI más apropiado es seleccionado y realimentado por la estación móvil. Como un ejemplo, tal como se muestra en la tabla 1, si se notifica un índice de CQI 9, el UE recomienda un esquema de modulación y codificación (*Modulation and Coding Scheme*, MCS) como modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (*Quadrature Phase-Shift Keying*, QPSK), 1/4 de velocidad de código ($64/256 = 1/4$). Obsérvese que esta recomendación solo sirve como una entrada para que la estación base (es decir, el Nodo B) tome una decisión de programación. El Nodo B puede seguir, o no, la recomendación del UE. Obsérvese también que hay varias formas de construir la tabla. Por ejemplo, la tabla se puede construir con un subconjunto de las columnas tal como se muestra en la tabla 1. Como un ejemplo, la tabla puede consistir en la columna de índice de CQI, la columna de modulación y la columna de velocidad de código. O, como alternativa, la tabla puede consistir en la columna de índice de CQI, la columna de tamaño de bloque de transporte (*Transport Block Size*, TBS) nominal y 25 (opcionalmente) la columna de modulación.

Tabla 1. Un ejemplo de tabla de CQI

Índice de CQI	Modulación	Velocidad de código x 256	Eficiencia espectral nominal	TBS nominal
0	N/A	N/A	N/A	N/A
1	QPSK	10	0,078125	40
2	QPSK	13	0,1015625	48
3	QPSK	16	0,125	64
4	QPSK	20	0,15625	72
5	QPSK	26	0,203125	96
6	QPSK	32	0,25	120
7	QPSK	40	0,3125	152
8	QPSK	51	0,3984375	192
9	QPSK	64	0,5	240
10	QPSK	83	0,6484375	312
11	QPSK	100	0,78125	376
12	QPSK	120	0,9375	448
13	QPSK	140	1,09375	528
14	QPSK	161	1,2578125	608
15	16QAM	84	1,3125	624
16	16QAM	100	1,5625	752
17	16QAM	115	1,796875	864

Índice de CQI	Modulación	Velocidad de código x 256	Eficiencia espectral nominal	TBS nominal
18	16QAM	131	2,046875	976
19	16QAM	147	2,296875	1088
20	16QAM	163	2,546875	1216
21	16QAM	181	2,828125	1344
22	16QAM	199	3,109375	1504
23	64QAM	138	3,234375	1568
24	64QAM	151	3,5390625	1696
25	64QAM	165	3,8671875	1856
26	64QAM	179	4,1953125	2016
27	64QAM	194	4,546875	2176
28	64QAM	209	4,8984375	2368
29	64QAM	221	5,1796875	2496
30	64QAM	231	5,4140625	2624
31	64QAM	236	5,53125	2688

En la actualidad, cuando un UE realimenta un índice de CQI seleccionado a partir de la tabla 1, el UE ha de usar 5 bits para el índice de CQI, lo que crea una sobrecarga (overhead) grande para la señal de control.

5 El documento WO 2007/112371 A1 divulga una realimentación de información de estado de canal para la programación de sub-bandas y MIMO en un sistema de comunicaciones inalámbricas. Se obtienen valores de indicador de calidad de canal (CQI) para los múltiples canales espaciales en las múltiples sub-bandas. Los valores de CQI se codifican diferencialmente de principio a fin de los múltiples canales espaciales y las múltiples sub-bandas para obtener información de CQI diferencial.

10 El documento de LG Electronics: "CQI Overhead Reduction for MIMO in Spatial Domain", Borrador de 3GPP; R1-0715454, Proyecto de Asociación de 3ª Generación (3GPP), Mobile Competence Centre; 650, Route Des Lucioles; F-06921 Sophia-Antipolis Cedex; Francia, vol. RAN WG1, n.º St. Julian; 200700403, 3 de abril de 2007 (03-04-2007) se refiere a la reducción de sobrecarga de CQI para MIMO en el dominio espacial. Se decidió que el número máximo de palabras de código para MIMO de enlace descendente fuera dos para un UE. Por lo tanto, el número total de notificaciones de CQI podría ser dos. Para reducir la sobrecarga de transmisión de CQI, se propuso que una de dos notificaciones de CQI se representase en un tipo diferencial. En lugar de transmitir las CQI para cada palabra de código, la CQI para la primera palabra de código y una CQI diferencial se transmiten con un número reducido de bits en un esquema de notificación de CQI diferencial.

20 El documento WO 2009/022873 A2 se refiere a la transmisión de información de calidad de canal en un sistema de MIMO. Cuando se transmiten CQI de varias palabras de código, una CQI específica se selecciona como una referencia. Para otras CQI, se transmite un valor de diferencia para el valor de referencia. La transmisión de las CQI diferenciales puede reducir muchos más bits que en la transmisión del valor real, dando como resultado la reducción de la sobrecarga de transmisión.

25 El documento CN 101 043 291 A se refiere a una técnica de control de realimentación en un sistema de OFDM. El número de subportadoras es N. En el primer ejemplo, el transmisor y el receptor necesitan establecer previamente la relación señal - ruido y la NCS. El receptor detecta el promedio de cada flujo de datos de sub-banda que se corresponde con la relación señal - ruido de la totalidad de la banda.

30 El objeto de la presente invención es la provisión de una técnica de comunicación más eficiente que ahorra ancho de banda.

35 Este objeto se soluciona mediante la materia objeto de las reivindicaciones independientes.

En las reivindicaciones dependientes se definen realizaciones preferidas.

Sumario

Por lo tanto, un objeto de la presente invención es la provisión de un método y aparato mejorado para realimentar un índice de CQI.

5 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, una sub-tabla se establece a partir de una tabla de indicación de calidad de canal original. Cuando un índice de indicación de calidad de canal se selecciona a partir de la sub-tabla de indicación de calidad de canal, se notifica un índice dentro de la sub-tabla del índice de indicación de calidad de canal seleccionado.

10 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se obtienen estimaciones de calidad de canal para una pluralidad de canales de transmisión. Un primer índice de indicación de calidad de canal se determina dependiendo de una estimación de calidad de canal de un primer canal de transmisión, y un segundo índice de indicación de calidad de canal se determina dependiendo de una estimación de calidad de canal de un segundo canal de transmisión. Un índice de indicación de calidad de canal diferencial del segundo índice de indicación de calidad de canal se determina con referencia al primer índice de indicación de calidad de canal dependiendo de un esquema de compresión diferencial. Entonces, se notifican el primer índice de indicación de calidad de canal y el índice de indicación de calidad de canal diferencial.

15 En este caso, cuando un terminal recibe el primer índice de indicación de calidad de canal y el índice de indicación de calidad de canal diferencial, el terminal obtiene el segundo índice de indicación de calidad de canal dependiendo del primer índice de indicación de calidad de canal recibido, el índice de indicación de calidad de canal diferencial recibido y el esquema de compresión diferencial.

25 El esquema de compresión diferencial se puede establecer por

$$\tilde{Q}_{SB,i} = Q_{SB,i} - Q_{WB},$$

30 donde $\tilde{Q}_{SB,i}$ indica el índice de indicación de calidad de canal diferencial, Q_{WB} indica el primer índice de indicación de calidad de canal y $Q_{SB,i}$ indica el segundo índice de indicación de calidad de canal.

Como alternativa, el esquema de compresión diferencial que es establecido por

$$\tilde{Q}_{SB,i} = \min\left(I_{SB,m\acute{a}x}, \max\left(I_{SB,m\acute{i}n}, \left[\frac{Q_{SB,i} - Q_{WB}}{L}\right]\right)\right),$$

35 donde $\tilde{Q}_{SB,i}$ indica el índice de indicación de calidad de canal diferencial, Q_{WB} indica el primer índice de indicación de calidad de canal, $Q_{SB,i}$ indica el segundo índice de indicación de calidad de canal, $I_{SB,m\acute{a}x}$ e $I_{SB,m\acute{i}n}$ indican respectivamente los límites superior e inferior del índice de indicación de calidad de canal diferencial, y L indica un valor de resolución.

40 Los valores de los límites superior e inferior del índice de indicación de calidad de canal diferencial, $I_{SB,m\acute{a}x}$ e $I_{SB,m\acute{i}n}$ se pueden ajustar dependiendo del valor del primer índice de indicación de calidad de canal, Q_{WB} .

Como alternativa adicional, el esquema de compresión diferencial se puede establecer por:

$$\tilde{Q}_{SB,i} = \min\left(I_{SB,m\acute{a}x}, \max\left(I_{SB,m\acute{i}n}, \left[\frac{Q_{WB} - Q_{SB,i}}{L}\right]\right)\right),$$

Como alternativa adicional, el esquema de compresión diferencial se puede establecer por:

$$\tilde{Q}_{SB,i} = \min\left(I_{SB,m\acute{a}x}, \max\left(I_{SB,m\acute{i}n}, \left[\frac{Q_{SB,i} - Q_{WB} + \Delta}{L}\right]\right)\right),$$

donde Δ indica un valor de desplazamiento.

55 El desplazamiento Δ se puede determinar dependiendo del primer índice de indicación de calidad de canal Q_{WB} , con el desplazamiento Δ siendo establecido por:

$$\Delta = \max(\min(Q_{WB} - I_{WB,m\acute{i}n}, \Delta_{\text{por defecto}}), Q_{WB} + I_{SB,m\acute{a}x} - I_{WB,m\acute{a}x})$$

60 donde $I_{WB,m\acute{a}x}$ e $I_{WB,m\acute{i}n}$ indican respectivamente los límites superior e inferior del primer índice de indicación de calidad de canal, y $\Delta_{\text{por defecto}}$ indica un determinado desplazamiento por defecto.

El primer índice de indicación de calidad de canal puede incluir más bits que el índice de indicación de calidad de canal diferencial.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, se obtienen estimaciones de calidad de canal para un canal de banda ancha y al menos un canal de sub-banda. Dependiendo de las estimaciones de calidad de canal, se determinan un índice de indicación de calidad de canal de banda ancha, y al menos un índice de indicación de calidad de canal de sub-banda que se corresponde con el al menos un canal de sub-banda. Entonces, al menos un índice de indicación de calidad de canal diferencial que se corresponde con el al menos un índice de indicación de calidad de canal de sub-banda se determina con referencia al índice de indicación de calidad de canal de banda ancha dependiendo de un esquema de compresión diferencial. Por último, se notifican el índice de indicación de calidad de canal de banda ancha y el al menos un índice de indicación de calidad de canal diferencial.

De acuerdo con aún otro aspecto de la presente invención, un índice de indicación de calidad de canal (CQI) de banda ancha y un índice de CQI de sub-banda en cada sub-banda que se corresponde con cada una de una pluralidad de palabras de código dependiendo de las estimaciones de calidad de canal. Un primer índice de CQI de banda ancha que se corresponde con una primera palabra de código se selecciona como una primera referencia, y un índice de CQI de delta de banda ancha para cada uno de los otros índices de CQI de banda ancha que se corresponden con las otras palabras de código se determina con referencia al primer índice de CQI de banda ancha dependiendo de un esquema de compresión diferencial. En cada sub-banda, un índice de CQI diferencial de sub-banda para el índice de CQI de sub-banda que se corresponde con la primera palabra de código se determina con referencia al primer índice de CQI de banda ancha dependiendo del esquema de compresión diferencial. Un índice de CQI de delta de sub-banda para cada uno de los otros índices de CQI de sub-banda que se corresponden con las otras palabras de código se determina con referencia al índice de CQI diferencial de sub-banda dependiendo del esquema de compresión diferencial. Por último, se notifican el índice de CQI de banda ancha que se corresponde con la primera palabra de código, y los índices de CQI de delta de banda ancha que se corresponden con las otras palabras de código. El índice de CQI diferencial de sub-banda que se corresponde con la primera palabra de código, y los índices de CQI de delta de sub-banda que se corresponden con las otras palabras de código se notifican en cada sub-banda.

El índice de CQI de banda ancha puede contener más bits que cada índice de CQI diferencial de sub-banda, y comprendiendo cada índice de CQI diferencial de sub-banda más bits que cada índice de CQI de delta de sub-banda.

Los índices de CQI se pueden notificar mediante el uso de un número diferente de bits en diferentes formatos de transmisión.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, se determina una pluralidad de índices de indicación de calidad de canal dependiendo de las estimaciones de calidad de canal. Un índice de indicación de calidad de canal promedio se calcula basándose en la pluralidad de índices de indicación de calidad de canal. Un índice de indicación de calidad de canal diferencial se determina para cada uno de la pluralidad de índices de indicación de calidad de canal con referencia al índice de indicación de calidad de canal promedio dependiendo de un esquema de compresión diferencial. Entonces, el índice de indicación de calidad de canal promedio y la pluralidad de índices de indicación de calidad de canal diferencial se pueden notificar con uno de los índices de indicación de calidad de canal diferencial que se están omitiendo de la transmisión. Entonces, en el lado de receptor, la pluralidad de índices de indicación de calidad de canal se pueden obtener dependiendo del índice de indicación de calidad de canal promedio y los índices de indicación de calidad de canal diferencial con uno de los mismos. La invención se define por las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones que no caen dentro del alcance de las reivindicaciones han de interpretarse como ejemplos útiles para entender la invención.

45 **Breve descripción de los dibujos**

Una apreciación más completa de la invención, y muchas de las ventajas concomitantes de esta, serán inmediatamente evidentes cuando la misma se entienda mejor por referencia a la siguiente descripción detallada cuando se considere junto con los dibujos adjuntos, en los que símbolos de referencia semejantes indican los mismos componentes o unos similares, en donde:

la figura 1(a) ilustra esquemáticamente un método para calcular un índice de CQI completa como una realización de acuerdo con los principios de la presente invención;

la figura 1(b) ilustra esquemáticamente un método para calcular un índice de CQI diferencial/de delta como una realización de acuerdo con los principios de la presente invención;

la figura 1(c) ilustra esquemáticamente un método para calcular un índice de CQI diferencial/de delta como otra realización de acuerdo con los principios de la presente invención;

la figura 2 ilustra esquemáticamente un esquema para obtener una CQI diferencial en frecuencia y espacio como una realización de acuerdo con los principios de la presente invención;

la figura 3 ilustra esquemáticamente un esquema para obtener una CQI diferencial en frecuencia y espacio como otra realización de acuerdo con los principios de la presente invención; y

la figura 4 ilustra esquemáticamente un esquema para obtener una CQI diferencial en frecuencia y espacio como aún otra realización de acuerdo con los principios de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

5 En la presente invención, se proponen métodos y aparatos para mejorar el rendimiento y reducir la sobrecarga de realimentación de indicación de calidad de canal en un sistema de comunicación.

10 Aspectos, características y ventajas de la invención son inmediatamente evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, simplemente al ilustrar un número de realizaciones e implementaciones particulares, incluyendo el mejor modo contemplado para llevar a cabo la invención. La invención también es capaz de otras realizaciones, y de realizaciones diferentes, y sus varios detalles se pueden modificar en diversos aspectos obvios, todo ello sin apartarse del alcance de la invención. Por consiguiente, se ha de considerar que los dibujos y la descripción tienen una naturaleza ilustrativa, y no restrictiva. La invención se ilustra a modo de ejemplo, y no a modo de limitación, en las figuras de los dibujos adjuntos. En las siguientes ilustraciones, se usa la realimentación de indicación de calidad de canal (CQI) de enlace descendente en el enlace ascendente de los sistemas de LTE de 3GPP como un ejemplo. No obstante, la técnica ilustrada en el presente caso se puede usar ciertamente en realimentación de CQI de enlace ascendente en el enlace descendente en los sistemas de LTE y otros sistemas siempre que sea aplicable.

20 En una primera realización de acuerdo con los principios de la presente invención, una estación de comunicación crea una sub-tabla de CQI al seleccionar un subconjunto de entradas en la tabla de CQI y notifica un índice de CQI o infiere la calidad de canal a partir de un índice de CQI basándose en la sub-tabla de CQI. Dicho de otra forma, la estación de comunicación notifica el índice dentro de la sub-tabla del índice de CQI, en lugar de notificar el índice dentro de la tabla original del índice de CQI.

25 En una primera realización secundaria de la primera realización de acuerdo con los principios de la presente invención, una sub-tabla de CQI se puede construir al seleccionar las filas con los índices de CQI 16-31. Si se usa una sub-tabla de CQI de este tipo para la notificación de CQI de un UE, el UE solo necesitará 4 bits para notificar el índice dentro de la sub-tabla del índice de CQI, lo que reduce la sobrecarga. Obsérvese que el rango dinámico cubierto por esta sub-tabla se reduce a la mitad del rango dinámico de la tabla original. Este ejemplo se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Un ejemplo de sub-tabla de CQI

Índice de CQI de sub-tabla	Índice de CQI	Modulación	Velocidad de código x 256	Eficiencia espectral nominal	TBS nominal
0	16	16QAM	100	1,5625	752
1	17	16QAM	115	1,796875	864
2	18	16QAM	131	2,046875	976
3	19	16QAM	147	2,296875	1088
4	20	16QAM	163	2,546875	1216
5	21	16QAM	181	2,828125	1344
6	22	16QAM	199	3,109375	1504
7	23	64QAM	138	3,234375	1568
8	24	64QAM	151	3,5390625	1696
9	25	64QAM	165	3,8671875	1856
10	26	64QAM	179	4,1953125	2016
11	27	64QAM	194	4,546875	2176
12	28	64QAM	209	4,8984375	2368
13	29	64QAM	221	5,1796875	2496
14	30	64QAM	231	5,4140625	2624
15	31	64QAM	236	5,53125	2688

En una segunda realización secundaria de la primera realización de acuerdo con los principios de la presente

invención, una sub-tabla se puede construir al seleccionar las filas con número par de índices de CQI como 0, 2, ..., 30. De nuevo, solo son necesarios 4 bits para notificar un índice dentro de la sub-tabla de índice de CQI (antes de las consideraciones de la compresión de CQI). Esta sub-tabla puede tener el mismo rango dinámico que el de la tabla original o uno similar, pero con una resolución menos fina. Este ejemplo se muestra en la tabla 3.

5

Tabla 3. Otro ejemplo de sub-tabla de CQI

Índice de CQI de sub-tabla	Índice de CQI	Modulación	Velocidad de código x 256	Eficiencia espectral nominal	TBS nominal
0	0	N/A	N/A	N/A	N/A
1	2	QPSK	13	0,1015625	48
2	4	QPSK	20	0,15625	72
3	6	QPSK	32	0,25	120
4	8	QPSK	51	0,3984375	192
5	10	QPSK	83	0,6484375	312
6	12	QPSK	120	0,9375	448
7	14	QPSK	161	1,2578125	608
8	16	16QAM	100	1,5625	752
9	18	16QAM	131	2,046875	976
10	20	16QAM	163	2,546875	1216
11	22	16QAM	199	3,109375	1504
12	24	64QAM	151	3,5390625	1696
13	26	64QAM	179	4,1953125	2016
14	28	64QAM	209	4,8984375	2368
15	30	64QAM	231	5,4140625	2624

En una tercera realización secundaria de la primera realización de acuerdo con los principios de la presente invención, una sub-tabla se puede construir al seleccionar varias filas de índices de CQI a partir de la tabla original. Entonces, se pueden añadir unas pocas filas más a la sub-tabla para aumentar la resolución de la sub-tabla por encima de la resolución de la tabla original. Por ejemplo, se pueden seleccionar los índices de CQI 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 para construir la sub-tabla. Se pueden añadir unas pocas filas a la sub-tabla para aumentar la resolución. Este ejemplo se muestra en la tabla 4.

10

15 Tabla 4. Otro ejemplo de sub-tabla de CQI

Índice de CQI de sub-tabla	Índice de CQI	Modulación	Velocidad de código x 256	Eficiencia espectral nominal	TBS nominal
0	3	QPSK	16	0,125	64
1	Nuevo	QPSK	18	0,140625	68
2	4	QPSK	20	0,15625	72
3	Nuevo	QPSK	23	0,1796875	84
4	5	QPSK	26	0,203125	96
5	Nuevo	QPSK	29	0,2265625	108
6	6	QPSK	32	0,25	120
7	Nuevo	QPSK	36	0,28125	136

Índice de CQI de sub-tabla	Índice de CQI	Modulación	Velocidad de código x 256	Eficiencia espectral nominal	TBS nominal
8	7	QPSK	40	0,3125	152
9	Nuevo	QPSK	46	0,359375	172
10	8	QPSK	51	0,3984375	192
11	Nuevo	QPSK	58	0,453125	216
12	9	QPSK	64	0,5	240
13	Nuevo	QPSK	74	0,578125	276
14	10	QPSK	83	0,6484375	312
15	Nuevo	QPSK	92	0,71875	348

En una segunda realización de acuerdo con los principios de la presente invención, se usan diferentes tablas de CQI construidas a partir de la misma tabla de CQI original para notificar (en el UE) o para interpretar (en la estación base) diferentes tipos de CQI. Dicho de otra forma, las estaciones de comunicación pueden usar la misma tabla de CQI con diferente resolución y/o diferente rango dinámico para notificar o interpretar diferentes tipos de CQI. En muchos casos, un UE puede notificar más de un tipo de CQI a la estación base. Son ejemplos de los diferentes tipos de CQI la CQI de banda ancha, CQI de diversidad de transmisión, CQI promedio, CQI de sub-banda, CQI de Múltiples Entradas - Múltiples Salidas (*Multiple Input Multiple Output*, MIMO), etc. Se pueden usar diferentes tablas de CQI para estos diferentes tipos de CQI. Estas diferentes tablas de CQI se pueden construir independientemente, o se pueden construir a partir de la misma tabla de CQI original. Por ejemplo, un UE puede notificar tanto CQI de banda ancha como CQI de sub-banda. Debido a que la presente invención se centra en el caso en el que las diferentes tablas de CQI se construyen a partir de la misma tabla original, no se proporcionan ejemplos en los que las tablas de CQI para la CQI de sub-banda y la CQI de banda ancha se construyen independientemente. La CQI de banda ancha se promedia a lo largo de un conjunto de sub-bandas, que cubren habitualmente un ancho de banda grande. Para reducir la sobrecarga de la notificación de CQI, se usa un esquema de compresión diferencial. Con este enfoque, las diferencias entre las CQI de sub-banda y la CQI de banda ancha, que se denomina CQI de sub-banda diferencial, se notifican junto con la CQI de banda ancha. En este caso, la CQI de banda ancha se notifica usando una CQI completa, la CQI de sub-banda se puede notificar usando una CQI diferencial. Como otro ejemplo, un UE puede notificar una CQI para la palabra de código de MIMO 1 y la palabra de código de MIMO 2. En ese caso, una CQI completa se puede notificar para la CQI de la palabra de código de MIMO 1, mientras que la diferencia entre la CQI para la palabra de código de MIMO 1 y la palabra de código 2 se puede notificar como una CQI diferencial. Como otro ejemplo más, un UE puede notificar la CQI de una o múltiples palabra de código de MIMO usando una CQI completa y notificar la ganancia debido a la cancelación de interferencia sucesiva como una CQI diferencial. La cancelación de interferencia sucesiva aumenta habitualmente la CQI de la segunda palabra de código de MIMO para que sea más que la CQI de la primera palabra de código de MIMO. En ese caso, la ganancia se puede ver como una CQI diferencial entre la CQI de la primera palabra de código de MIMO y la CQI de la segunda palabra de código de MIMO. Habitualmente, una CQI completa se notifica con un número más grande de bits mientras que una CQI de sub-banda diferencial se notifica con un número más pequeño de bits. Esta compresión diferencial reduce el número de bits necesarios para notificar más de una CQI. Debido a que la CQI completa se usa como una referencia para la CQI diferencial, a veces notificar la CQI completa con una resolución más alta y/o un rango dinámico más grande es preferible a notificar la CQI diferencial. Por ejemplo, se pueden usar 5 bits para una notificación de CQI completa mientras que se pueden usar 3 bits para una CQI diferencial. Una tabla de CQI con 32 entradas tal como se muestra en la tabla 1 se puede usar para notificar una CQI completa. El enfoque de compresión diferencial se puede ver como la construcción de una sub-tabla de CQI más pequeña a partir de la tabla de CQI original para notificar la CQI diferencial. Como un ejemplo, suponiendo que el índice de CQI completa es 22, una sub-tabla de CQI diferencial de 3 bits se puede construir al seleccionar 8 filas en torno al índice de CQI 22 a partir de la tabla de CQI original.

Tabla 5. Un ejemplo de sub-tabla de CQI para CQI diferencial

Índice de CQI de sub-tabla	Índice de CQI	Modulación	Velocidad de código x 256	Eficiencia espectral nominal	TBS nominal
0	19	16QAM	147	2,296875	1088
1	20	16QAM	163	2,546875	1216
2	21	16QAM	181	2,828125	1344
3	22	16QAM	199	3,109375	1504
4	23	64QAM	138	3,234375	1568
5	24	64QAM	151	3,5390625	1696
6	25	64QAM	165	3,8671875	1856
7	26	64QAM	179	4,1953125	2016

5 Obsérvese que, en este caso, se seleccionaron 3 índices de CQI menores que el índice de CQI completa, el índice de CQI completa, y 4 índices de CQI más grandes que el índice de CQI completa. Al hacer esto, la sub-tabla de CQI construida puede soportar valores de CQI diferencial tanto positivos como negativos.

10 Como otro ejemplo, la sub-tabla de CQI diferencial se puede construir en torno al índice de CQI completa con una resolución diferente. Por ejemplo, la sub-tabla de CQI diferencial se puede construir con un escalón más grande, por ejemplo, al tomar uno de cada dos índices de CQI en torno al índice de CQI completa. Suponiendo de nuevo que el índice de CQI completa es 22, una sub-tabla de CQI diferencial de 3 bits se puede construir al seleccionar 8 filas en torno al índice de CQI 22 a partir de la tabla de CQI original tal como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Otro ejemplo de sub-tabla de CQI para CQI diferencial

Índice de CQI de sub-tabla	Índice de CQI	Modulación	Velocidad de código x 256	Eficiencia espectral nominal	TBS nominal
0	16	16QAM	100	1,5625	752
1	18	16QAM	131	2,046875	976
2	20	16QAM	163	2,546875	1216
3	22	16QAM	199	3,109375	1504
4	24	64QAM	151	3,5390625	1696
5	26	64QAM	179	4,1953125	2016
6	28	64QAM	209	4,8984375	2368
7	30	64QAM	231	5,4140625	2624

15 Para fines de ilustración, supóngase que la CQI completa es la CQI de banda ancha y la CQI diferencial es la CQI diferencial de sub-banda. Obsérvese que las siguientes realizaciones también son aplicables cuando la CQI completa y la CQI diferencial representan otros tipos de CQI, tal como CQI de MIMO y CQI de delta de MIMO.

20 Supóngase que el canal de banda ancha se representa mediante una matriz $\bar{\alpha}_{WB} = [\bar{\alpha}_{SB,0} \quad \bar{\alpha}_{SB,1} \quad \dots \quad \bar{\alpha}_{SB,i_{N-1}}]$ donde $\bar{\alpha}_{SB,i_k}$ es la matriz de canal para la sub-banda i_k . En algunos casos, se pueden obtener medidas intermedias tales como capacidad de canal, información mutua, tamaño de bloque de transporte, o relación señal - ruido (*Signal-to-Noise Ratio*, SNR) eficaz a partir de estimaciones de estas matrices de canal. El índice de CQI de banda ancha notificado es $Q_{WB} = q(\bar{\alpha}_{WB})$ y el índice de CQI de sub-banda antes de la compresión diferencial es $Q_{SB,i} = q(\bar{\alpha}_{SB,i})$, donde $q(\cdot)$ es la función de medición del UE que selecciona un índice de CQI basándose en matrices de canal. El índice de CQI notificado para la CQI de banda ancha es $Q_{WB} = q(\bar{\alpha}_{WB})$, mientras que el índice de CQI notificado para la CQI de sub-banda es $(\hat{Q}_{SB,i} = p(Q_{SB,i}) = p(q(\bar{\alpha}_{SB,i}))$, donde $p(\cdot)$ es el esquema de compresión diferencial del UE para la CQI de sub-banda diferencial. Como un ejemplo de esta realización, el índice de CQI diferencial de sub-banda se define como el índice de CQI de sub-banda menos el índice de CQI de banda ancha. Una representación matemática

ilustrativa es según sigue,

$$\tilde{Q}_{SB,i} = \min\left(I_{SB,m\acute{a}x}, \max\left(I_{SB,m\acute{i}n}, \left\lceil \frac{Q_{SB,i} - Q_{WB}}{L} \right\rceil\right)\right), \quad (1)$$

5 donde $\tilde{Q}_{SB,i}$ es la CQI diferencial calculada por el transmisor, $I_{SB,m\acute{a}x}$ e $I_{SB,m\acute{i}n}$ representan respectivamente los límites superior e inferior del índice de CQI diferencial, y L es un determinado valor para ajustar la resolución de la sub-tabla de CQI. Obsérvase que los límites superior e inferior se aplican para asegurarse de que el índice de CQI diferencial notificado se encuentra dentro del rango deseado. Por ejemplo, se pueden establecer el límite superior y el límite inferior de tal modo que $I_{SB,m\acute{i}n} = I_{SB,m\acute{a}x} - 7$ para asegurarse de que el índice de CQI diferencial se puede representar mediante 3 bits. En el lado de receptor, el índice de CQI de sub-banda se puede obtener al añadir el índice de CQI de sub-banda diferencial de nuevo al índice de CQI de banda ancha. Una representación matemática ilustrativa es según sigue,

$$\hat{Q}_{SB,i} = \min(I_{WB,m\acute{a}x}, \max(I_{WB,m\acute{i}n}, Q_{WB} + L \times \tilde{Q}_{SB,i})) \quad (2)$$

15 donde $\hat{Q}_{SB,i}$ es la CQI de sub-banda calculada mediante lo recibido basándose en la $\tilde{Q}_{SB,i}$ recibida y $Q_{WB,i}$, $I_{WB,m\acute{a}x}$, e $I_{WB,m\acute{i}n}$ representan respectivamente los límites superior e inferior del índice de CQI de banda ancha. Debido al límite de rango y al error de transmisión, puede que $\hat{Q}_{SB,i}$ y $Q_{SB,i}$ no sean iguales. Sin límite de rango o error de transmisión, estas dos cantidades serían iguales. Como un ejemplo, se pueden establecer $I_{SB,m\acute{a}x} = +3$, $I_{SB,m\acute{i}n} = -4$, $I_{WB,m\acute{a}x} = 31$, e $I_{WB,m\acute{i}n} = 0$ para una CQI de banda ancha de 5 bits y una CQI de sub-banda diferente de 3 bits. L se usa para ajustar la resolución de la sub-tabla de CQI para la CQI de sub-banda diferencial. Por ejemplo, se puede establecer $L = 2$ para lograr un rango dinámico más grande para la CQI de sub-banda diferencial. Obsérvase que, con el fin de usar 3 bits para representar la CQI de sub-banda diferencial con un rango de -4 a 3, es necesario definir una correlación (*mapping*) entre los 8 valores binarios y los 8 valores de CQI de sub-banda diferencial. Una correlación habitual es la representación en "complemento a 2" de enteros con signo, que definen la negación de un entero positivo al invertir cada bit de un entero positivo y añadir 1 al resultado. La correlación para enteros con signo de 3 bits se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Enteros con signo y su representación en complemento a 2

Representación	Valor
000	0
001	1
010	2
011	3
111	-1
110	-2
101	-3
100	-4

Como alternativa, el índice de CQI diferencial de sub-banda se puede definir como la CQI de banda ancha menos la CQI de sub-banda. Una representación matemática ilustrativa es según sigue,

$$\tilde{Q}_{SB,i} = \min\left(I_{SB,m\acute{a}x}, \max\left(I_{SB,m\acute{i}n}, \left\lceil \frac{Q_{WB} - Q_{SB,i}}{L} \right\rceil\right)\right), \quad (3)$$

En el lado de receptor, el índice de CQI de sub-banda se puede obtener al restar la CQI de sub-banda diferencial a la CQI de banda ancha. Una representación matemática ilustrativa es según sigue,

$$\hat{Q}_{SB,i} = \min(I_{WB,m\acute{a}x}, \max(I_{WB,m\acute{i}n}, Q_{WB} - L \times \tilde{Q}_{SB,i})) \quad (4)$$

Como un ejemplo, se pueden establecer $I_{SB,m\acute{a}x} = +3$, $I_{SB,m\acute{i}n} = -4$, $I_{WB,m\acute{a}x} = 31$, e $I_{WB,m\acute{i}n} = 0$ para una CQI de banda ancha de 5 bits y una CQI de sub-banda diferente de 3 bits. L se usa para ajustar la resolución de la sub-tabla de CQI para la CQI de sub-banda diferencial. Por ejemplo, se puede establecer $L = 2$ para lograr un rango dinámico más grande para la CQI de sub-banda diferencial. Obsérvase que la relación negativa entre la CQI de sub-banda y el CQI de sub-banda diferencial con esta alternativa. Con la regla del complemento a 2, hay menos niveles (ndices) de cuantificación por encima de 0 que los que hay por debajo de 0 para la CQI de sub-banda diferencial. Como resultado,

hay más niveles (índices) de cuantificación por encima del índice de CQI de banda ancha que los que hay por debajo del índice de CQI de banda ancha para la CQI de sub-banda, lo que es ventajoso para los algoritmos de programación que favorecen unas condiciones de canal mejores.

- 5 En una tercera realización de acuerdo con los principios de la presente invención, los índices de límite superior e inferior para la CQI diferencial se pueden ajustar dependiendo del valor de la CQI completa. La CQI completa representa el índice de CQI que es seleccionado por un UE basándose en la condición de canal. Dicho de otra forma, el rango de la CQI diferencial se puede ajustar dependiendo del valor de la CQI completa. Por ejemplo, supóngase que la CQI completa es 5 bits y usa la tabla de CQI original mostrada en la tabla 1. Como un ejemplo, si el índice de CQI completa es 2, se puede construir la sub-tabla de CQI diferencial según sigue:

Tabla 8. Otro ejemplo de sub-tabla de CQI para CQI diferencial

Índice de CQI de sub-tabla	Índice de CQI	Modulación	Velocidad de código x 256	Eficiencia espectral nominal	TBS nominal
-2	0	N/A	N/A	N/A	N/A
-1	1	QPSK	10	0,078125	40
0	2	QPSK	13	0,1015625	48
1	3	QPSK	16	0,125	64
2	4	QPSK	20	0,15625	72
3	5	QPSK	26	0,203125	96
4	6	QPSK	32	0,25	120
5	7	QPSK	40	0,3125	152

- 15 Este caso se corresponde con la ecuación (1) con $I_{SB,máx} = 5$ e $I_{SB,mín} = -2$. En la tabla 8, el índice de CQI completa de 2 se corresponde con la Q_{WB} en la ecuación (1); la columna de "índice de CQI" se corresponde con la $Q_{SB,i}$ en la ecuación (1); y, la columna de "índice de CQI de sub-tabla" se corresponde con el índice de CQI diferencial $\tilde{Q}_{SB,i}$ en la ecuación (1). En el ejemplo dado en la tabla 8, el UE selecciona en primer lugar un índice de CQI de banda ancha de 2 a partir de la tabla 1. Entonces, el UE construye una sub-tabla de CQI diferencial (es decir, la tabla 8) mediante el uso del índice de CQI de banda ancha de 2 como una referencia. Posteriormente, el UE selecciona una CQI de sub-banda de 3 a partir de la sub-tabla de CQI diferencial. Por último, el UE notifica un índice de CQI de banda ancha de 5 dígitos de 2, y un índice de CQI de sub-banda de 3 dígitos de 3. Obsérvese que, si el UE selecciona otro índice de CQI de banda ancha, por ejemplo, un índice de CQI de banda ancha de 5, entonces, el UE ha de construir otra sub-tabla de CQI diferencial.

Como otro ejemplo, si el índice de CQI promedio (es decir, el índice de CQI completa) es 10, se puede construir la sub-tabla de CQI diferencial según sigue:

Tabla 9. Otro ejemplo de sub-tabla de CQI para CQI diferencial

Índice de CQI de sub-tabla	Índice de CQI	Modulación	Velocidad de código x 256	Eficiencia espectral nominal	TBS nominal
-3	7	QPSK	40	0,3125	152
-2	8	QPSK	51	0,3984375	192
-1	9	QPSK	64	0,5	240
0	10	QPSK	83	0,6484375	312
1	11	QPSK	100	0,78125	376
2	12	QPSK	120	0,9375	448
3	13	QPSK	140	1,09375	528
4	14	QPSK	161	1,2578125	608

Este caso se corresponde con la ecuación (1) con $I_{SB,m\acute{a}x} = 4$ e $I_{SB,m\acute{i}n} = -3$.

Como otro ejemplo, si el índice de CQI promedio es 30, se puede construir la sub-tabla de CQI diferencial según sigue:

5 Tabla 10. Otro ejemplo de sub-tabla de CQI para CQI diferencial

Índice de CQI de sub-tabla	Índice de CQI	Modulación	Velocidad de código x 256	Eficiencia espectral nominal	TBS nominal
-6	24	64QAM	151	3,5390625	1696
-5	25	64QAM	165	3,8671875	1856
-4	26	64QAM	179	4,1953125	2016
-3	27	64QAM	194	4,546875	2176
-2	28	64QAM	209	4,8984375	2368
-1	29	64QAM	221	5,1796875	2496
0	30	64QAM	231	5,4140625	2624
1	31	64QAM	236	5,53125	2688

Este caso se corresponde con la ecuación (1) con $I_{SB,m\acute{a}x} = 1$, e $I_{SB,m\acute{i}n} = -6$.

- 10 Como una primera realización secundaria de la tercera realización de acuerdo con los principios de la presente invención, el índice de CQI diferencial de sub-banda se puede definir como la CQI de sub-banda menos la CQI de banda ancha, más un desplazamiento. Una representación matemática ilustrativa es según sigue,

$$\tilde{Q}_{SB,i} = \min(I_{SB,m\acute{a}x}, \max(I_{SB,m\acute{i}n}, \left\lfloor \frac{Q_{SB,i} - Q_{WB} + \Delta}{L} \right\rfloor)). \quad (5)$$

- 15 En el lado de receptor, el índice de CQI de sub-banda se puede obtener al añadir la CQI de banda ancha de nuevo a la CQI de sub-banda diferencial. Una representación matemática ilustrativa es según sigue,

$$\hat{Q}_{SB,i} = \min(I_{WB,m\acute{a}x}, \max(I_{WB,m\acute{i}n}, Q_{WB} - \Delta + L \times \tilde{Q}_{SB,i})). \quad (6)$$

- 20 Al establecer un desplazamiento diferente, se puede ajustar el rango de la CQI de sub-banda diferencial. Una realización es el establecimiento de un desplazamiento diferente para un valor de CQI completa diferente. Como un ejemplo, supóngase que el índice de CQI de banda ancha es 2. Al establecer $I_{SB,m\acute{a}x} = 7$, $I_{SB,m\acute{i}n} = 0$, y $\Delta = +2$, los valores de CQI de sub-banda diferencial y su correlación con los índices se muestra según sigue:

25 Tabla 11. Otro ejemplo de CQI de sub-banda diferencial

Índice de CQI de sub-tabla	Diferencia entre CQI de sub-banda y referencia	Índice de CQI	Modulación	Velocidad de código x 256	Eficiencia espectral nominal	TBS nominal
0	-2	0	N/A	N/A	N/A	N/A
1	-1	1	QPSK	10	0,078125	40
2	0	2	QPSK	13	0,1015625	48
3	1	3	QPSK	16	0,125	64
4	2	4	QPSK	20	0,15625	72
5	3	5	QPSK	26	0,203125	96
6	4	6	QPSK	32	0,25	120
7	5	7	QPSK	40	0,3125	152

Como otro ejemplo, si el índice de CQI de banda ancha es 10, al establecer $I_{SB,m\acute{a}x} = 7$, $I_{SB,m\acute{i}n} = 0$, y $\Delta = +3$, los valores

de CQI de sub-banda diferencial y su correlación con los índices se muestra según sigue:

Tabla 12. Otro ejemplo de CQI de sub-banda diferencial

Índice de CQI de sub-tabla	Diferencia entre CQI de sub-banda y referencia	Índice de CQI	Modulación	Velocidad de código x 256	Eficiencia espectral nominal	TBS nominal
0	-3	7	QPSK	40	0,3125	152
1	-2	8	QPSK	51	0,3984375	192
2	-1	9	QPSK	64	0,5	240
3	0	10	QPSK	83	0,6484375	312
4	1	11	QPSK	100	0,78125	376
5	2	12	QPSK	120	0,9375	448
6	3	13	QPSK	140	1,09375	528
7	4	14	QPSK	161	1,2578125	608

5 Como otro ejemplo, si el índice de CQI de banda ancha es 30, al establecer $I_{SB,máx} = 7$, $I_{SB,min} = 0$, y $\Delta = +6$, los valores de CQI de sub-banda diferencial y su correlación con los índices se muestra según sigue:

Tabla 13. Otro ejemplo de CQI de sub-banda diferencial

10

Índice de CQI de sub-tabla	Diferencia entre CQI de sub-banda y referencia	Índice de CQI	Modulación	Velocidad de código x 256	Eficiencia espectral nominal	TBS nominal
0	-6	24	64QAM	151	3,5390625	1696
1	-5	25	64QAM	165	3,8671875	1856
2	-4	26	64QAM	179	4,1953125	2016
3	-3	27	64QAM	194	4,546875	2176
4	-2	28	64QAM	209	4,8984375	2368
5	-1	29	64QAM	221	5,1796875	2496
6	0	30	64QAM	231	5,4140625	2624
7	1	31	64QAM	236	5,53125	2688

15 Como una segunda realización secundaria de la tercera realización de acuerdo con los principios de la presente invención, al establecer el desplazamiento apropiadamente, se puede ajustar cuántos niveles (índices) de cuantificación se encuentran por encima de y por debajo del nivel de referencia (índice de CQI de banda ancha). El desplazamiento se puede elegir como una función del valor de CQI completa. Un ejemplo de una relación funcional de este tipo es según sigue:

$$\Delta = \max(\min((Q_{WB} - I_{WB,min}, \Delta_{por\ defecto}), Q_{WB} + I_{SB,máx} - I_{WB,máx}) \quad (7)$$

20 Obsérvese que el valor por defecto de $\Delta_{por\ defecto}$ dicta cuántos índices de CQI por debajo del índice de CQI completa se pueden notificar, sin considerar el efecto del límite superior o inferior de los índices de CQI. Como un ejemplo, supóngase que el límite inferior y el límite superior para la CQI completa es $I_{WB,min} = 0$, e $I_{WB,máx} = 31$, respectivamente; supóngase que el límite inferior y el límite superior para la CQI diferencial es $I_{SB,min} = 0$, e $I_{SB,máx} = 7$, respectivamente; supóngase que el desplazamiento por defecto $\Delta_{por\ defecto} = 3$. La ecuación (7) se puede escribir como

25

$$\Delta = \max(\min(Q_{WB}, 3), Q_{WB} - 24). \quad (8)$$

Como alternativa, esta ecuación se puede representar como:

$$\Delta = \begin{cases} Q_{WB}, & \text{si } 0 \leq Q_{WB} \leq 3 \\ 3, & \text{si } 3 < Q_{WB} \leq 27 \\ Q_{WB} - 24, & \text{si } 27 < Q_{WB} \leq 31 \end{cases} \quad (9)$$

5 Obsérvese que, como alternativa, esta realización se puede interpretar como un cálculo de valor de CQI diferencial diferente dependiendo del valor de la CQI completa. Combinando la ecuación (9) y la ecuación (5), y la suposición anteriormente mencionada acerca de los valores de los límites superior e inferior, la relación funcional ilustrativa se puede representar como

$$10 \quad \tilde{Q}_{SB,i} = \begin{cases} \text{máx}(0, \text{mín}(7, Q_{SB,i})) & \text{si } 0 \leq Q_{WB} \leq 3 \\ \text{máx}(0, \text{mín}(7, Q_{SB,i} - Q_{WB} + 3)) & \text{si } 3 < Q_{WB} \leq 27 \\ \text{máx}(0, \text{mín}(7, Q_{SB,i} - 24)) & \text{si } 27 < Q_{WB} \leq 31 \end{cases} \quad (10)$$

Al establecer el límite superior e inferior apropiadamente, se puede controlar el número de bits usados en la notificación del CQI de sub-banda diferencial. En los ejemplos mostrados en la tabla 11, la tabla 12 y la tabla 13, debido a que el valor de CQI de sub-banda diferencial se ajusta para ser 0~7, el valor de CQI de sub-banda diferencial se puede correlacionar con el campo de CQI de sub-banda diferencial de 3 bits usando la representación binaria de enteros sin signo. Un ejemplo de esta representación se muestra en la tabla 14.

Tabla 14. Enteros sin signo y su representación binaria

Representación	Valor
000	0
001	1
010	2
011	3
100	4
101	5
110	6
111	7

20 Como alternativa, el índice de CQI diferencial de sub-banda se puede definir como la CQI de banda ancha menos una CQI de sub-banda, más un desplazamiento. De forma similar, al establecer el desplazamiento apropiadamente, se puede ajustar cuántos niveles (índices) de cuantificación se encuentran por encima de y por debajo del nivel de referencia (índice de CQI de banda ancha). Al establecer el límite superior e inferior apropiadamente, se puede controlar el número de bits usados en la notificación del CQI de sub-banda diferencial.

Las figuras 1(a), (b) y (c) ilustran esquemáticamente diferentes métodos para calcular la CQI completa y la CQI diferencial. La CQI completa se puede calcular usando el proceso mostrado en la figura 1(a). En concreto, en primer lugar, se obtienen estimaciones de canal, y se calcula una medida de calidad de canal tal como la SNR eficaz. Entonces, la CQI completa, es decir, el primer índice de CQI, se calcula basándose en las estimaciones de canal y/o las medidas de calidad de canal. La CQI diferencial se puede calcular usando los procesos mostrados o bien en la figura 1(b) o bien en la figura 1(c). En una realización de acuerdo con los principios de la presente invención mostrados en la figura 1(b), se calcula en primer lugar la diferencia entre dos medidas de calidad de canal (por ejemplo, la diferencia de SINR), entonces se selecciona el índice de CQI diferencial/de delta basándose en la diferencia entre las dos medidas de calidad de canal. En el presente caso, sería necesaria una tabla de CQI diferencial que estableciera la correlación a partir de la diferencia entre dos medidas de calidad de canal, y el índice de CQI diferencial/de delta. En otra realización de acuerdo con los principios de la presente invención mostrados en la figura 1(c), un segundo índice de CQI se selecciona basándose en las estimaciones de canal y/o las medidas de calidad de canal. Entonces, el valor del índice de CQI diferencial se obtiene al restar el índice de una primera CQI que es notificada por una CQI completa, al segundo índice de CQI que es notificado por dicha CQI diferencial. Dicho de otra forma, la operación diferencial se debería realizar sobre los índices de CQI cuantificados, en lugar de las condiciones de canal u otras medidas de calidad de canal intermedias tales como SINR eficaz, información mutua, tamaño de bloque de transporte, o tamaños de bloque de transporte normalizados. Esta operación se puede representar en una ecuación según sigue,

$$\tilde{Q}_{SB,i} = Q_{SB,i} - Q_{WB}. \quad (11)$$

Obsérvese que es sencillo ampliar esta realización al aplicar el límite superior $I_{SB,máx}$ y el límite inferior $I_{SB,min}$. Y también es una ampliación sencilla la elección de un nivel de resolución diferente L para la CQI de sub-banda. Obsérvese que, si la operación diferencial se realiza sobre las condiciones de canal u otras medidas de calidad de canal intermedias, tanto la CQI completa como los índices de CQI diferencial adolecerán de errores de cuantificación independientes que se acumularán cuando la operación diferencial se invierta en el extremo de receptor.

En una cuarta realización de acuerdo con los principios de la presente invención, el UE necesita notificar la CQI de MIMO selectiva en frecuencia. Un ejemplo se muestra en la figura 2. Supóngase que un UE notifica una CQI para dos palabras de código de MIMO. En LTE de 3GPP, esto tiene lugar cuando el rango del canal es mayor que 1. Obsérvese también que, en LTE, se notifica un rango común de principio a fin de las sub-bandas de frecuencia. Por lo tanto, en este ejemplo, se supone que el canal tiene el mismo rango en múltiples sub-bandas y por toda la banda ancha. Tal como se muestra en la figura 1, una CQI de banda ancha, Q_{WB} , y una CQI de delta de banda ancha, D_{WB} , se notifican para las condiciones de canal en la banda ancha. Obsérvese que la CQI de delta es la diferencia entre dos valores de CQI. Puede haber una diversidad de interpretaciones diferentes de la CQI promedio y la CQI diferencial/de delta. Por ejemplo, si las dos notificaciones de CQI (Q_{WB} y D_{WB}) representa la CQI para dos palabras de código de MIMO, la CQI de la palabra de código de MIMO 1 (CW1) se puede notificar por Q_{WB} , y la diferencia entre la CQI de CW1 y CW2 se puede notificar por D_{WB} . En el lado de receptor, la CQI de CW2 se puede obtener conjuntamente a partir de la CQI de delta y la CQI de banda ancha, *por ejemplo*, $Q_{WB} + D_{WB}$. El UE también notifica CQI de MIMO de sub-banda. Una CQI diferencial en frecuencia, $Q_{SB,i}$, y una CQI de delta de sub-banda, $D_{SB,i}$, se notifican en la sub-banda 1. Puede haber una diversidad de significados e interpretaciones diferentes de estas notificaciones de CQI. Por ejemplo, si las dos notificaciones de CQI ($Q_{SB,i}$ y $D_{SB,i}$) representan la CQI para dos palabras de código de MIMO, la diferencia entre la CQI de CW1 en la sub-banda 1 y la CQI de banda ancha (Q_{WB}) se puede notificar por $Q_{SB,i}$, y la diferencia entre la CQI de CW1 y CW2 se puede notificar por $D_{SB,i}$. En el lado de receptor, la CQI de CW1 se puede obtener conjuntamente a partir de la notificación de CQI de sub-banda y la notificación de CQI de banda ancha, *por ejemplo*, $Q_{WB} + Q_{SB,i}$. La CQI de CW2 se puede obtener conjuntamente a partir de la notificación de CQI de banda ancha, la notificación de CQI de sub-banda, y la CQI de delta de sub-banda, *por ejemplo*, $Q_{WB} + Q_{SB,i} + D_{SB,i}$. Estas operaciones también se ilustran en la figura 2. Por ejemplo, la flecha a partir de $Q_{SB,i}$ que apunta hacia Q_{WB} significa que $Q_{SB,i}$ es una CQI diferencial con respecto a la CQI de banda ancha. De forma similar, la flecha a partir de $D_{SB,i}$, que apunta hacia $Q_{SB,i}$, significa que $D_{SB,i}$ es una CQI de delta con respecto al CQI de sub-banda. Con este marco de trabajo, las realizaciones previas se pueden ampliar al caso de la CQI diferencial en frecuencia y la CQI de delta de MIMO.

Supóngase que el canal de banda ancha se puede representar mediante una matriz $\tilde{\alpha}_{WB} = [\tilde{\alpha}_{SB,i_1} \quad \tilde{\alpha}_{SB,i_2} \quad \dots \quad \tilde{\alpha}_{SB,i_{N-1}}]$

donde $\tilde{\alpha}_{SB,i_k}$ es la matriz de canal para la sub-banda i_k . En casos simplificados, se pueden obtener algunas medidas intermedias tales como capacidad de canal, información mutua, tamaño de bloque de transporte, o la SNR eficaz a partir de estos vectores de canal. Supóngase que la medida de calidad de canal intermedia es la SNR eficaz, que se indica mediante S . Por lo tanto, la medida de calidad de canal intermedia se puede obtener a partir de las matrices de estimación de canal según sigue, $S_{WB,CW1} = f_1(\tilde{\alpha}_{WB})$, $S_{WB,CW2} = f_2(\tilde{\alpha}_{WB})$, $S_{SB,CW1,i} = f_1(\tilde{\alpha}_{SB,i})$, $S_{SB,CW2,i} = f_2(\tilde{\alpha}_{SB,i})$. Se puede elegir el índice de CQI de banda ancha notificado como $Q_{WB} = q(S_{WB,CW1})$ y el índice de CQI de delta de banda ancha notificado como $D_{WB} = p(q(S_{WB,CW1}), q(S_{WB,CW2}))$, donde $q(\cdot)$ es la función de medición del UE que estiman el índice de CQI más apropiado basándose en la SNR eficaz, y $p(\cdot)$ es el esquema de compresión diferencial del UE. En la forma más simple, $D_{WB} = q(S_{WB,CW2}) - q(S_{WB,CW1})$.

En la cuarta realización de acuerdo con los principios de la presente invención, el valor del índice de CQI diferencial de sub-banda se obtiene al restar el índice de CQI de banda ancha al índice de CQI de sub-banda que se corresponde con dicha CQI diferencial. Dicho de otra forma, la operación diferencial se debería realizar sobre los índices de CQI cuantificados, en lugar de las condiciones de canal u otras medidas de calidad de canal intermedias tales como SINR eficaz, información mutua, o tamaños de bloque de transporte normalizados. Obsérvese que, si la operación diferencial se realiza sobre las condiciones de canal u otras medidas de calidad de canal intermedias, tanto la CQI de banda ancha como los índices de CQI diferencial de sub-banda adolecerán de errores de cuantificación independientes que se acumularán en la obtención de la CQI de sub-banda en el extremo de receptor.

De forma similar, el valor del índice de CQI de delta de MIMO de sub-banda se obtiene al restar el índice de CQI de sub-banda para una palabra de código al índice de CQI de sub-banda para la otra palabra de código. Dicho de otra forma, la operación diferencial se debería realizar sobre los índices de CQI cuantificados de las palabras de código de MIMO, en lugar de las condiciones de canal u otras medidas de calidad de canal intermedias. Obsérvese que, aunque el valor de CQI de referencia para la CQI de delta de MIMO de sub-banda es el índice de CQI de sub-banda para una de las palabras de código de MIMO, el índice de CQI de sub-banda no se notifica mediante el uso de una CQI completa. En su lugar, ese índice de CQI de sub-banda se notifica mediante el uso de una CQI de sub-banda diferencial. No obstante, las realizaciones anteriormente mencionadas tales como usar diferentes tablas de CQI, obtener diferentes sub-tablas de CQI a partir de la misma tabla original, ajustar el límite superior/inferior y el desplazamiento en el cálculo del CQI de sub-banda diferencial o la CQI de delta de MIMO de acuerdo con el valor de la CQI de referencia, y así sucesivamente, son aplicables tanto al CQI de sub-banda diferencial como al cálculo de la CQI de delta de MIMO.

Obsérvese que la CQI de referencia también puede tener interpretaciones diferentes. Por ejemplo, para la CQI de delta de MIMO, la CQI de referencia puede ser la CQI de sub-banda correspondiente de una de las palabras de código de MIMO, o una CQI de banda ancha de una palabra de código de MIMO.

5 En una quinta realización de acuerdo con los principios de la presente invención, se usan diferentes anchuras de bits para la CQI de banda ancha, CQI diferencial de sub-banda, y la CQI de delta de MIMO de sub-banda. Debido a que CQI de banda ancha sirve como una referencia para todas las otras CQI, es deseable tener una resolución más alta para la CQI de banda ancha. De forma similar, la CQI diferencial de sub-banda también sirve como una referencia intermedia para la CQI de delta de MIMO de sub-banda, por lo tanto también es preferible tener una resolución mejor para la CQI diferencial de sub-banda. Por ejemplo, se podrían usar 5 bits para los índices de CQI de banda ancha, 3 bits para los índices de CQI diferencial de sub-banda y 2 bits para los índices de CQI de delta de MIMO de sub-banda.

15 En una sexta realización de acuerdo con los principios de la presente invención, se usan diferentes anchuras de bits para el mismo tipo de CQI en diferentes formatos de transmisión. Por ejemplo, una CQI de banda ancha se puede transmitir tanto en canal de control de enlace ascendente físico (*Physical Uplink Control Channel*, PUCCH) o en canal compartido de enlace ascendente físico (*Physical Uplink Shared Channel*, PUSCH). Debido a que los recursos en un PUCCH son más escasos, transmitir CQI de banda ancha en un PUCCH con un número menor de bits es preferible a transmitir CQI de banda ancha en un PUSCH. Por ejemplo, podemos usar 5 bits para transmitir CQI de banda ancha en un PUSCH y 4 bits para transmitir CQI de banda ancha en un PUCCH.

25 En una séptima realización de acuerdo con los principios de la presente invención, la CQI de delta de sub-banda se puede tomar con respecto a una referencia diferente. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 3, se elige que la CQI de delta de sub-banda para CW2 sea la diferencia entre el CQI de sub-banda para CW2 y el índice de CQI de banda ancha para CW2. Como alternativa, la CQI de delta de sub-banda para CW2 se puede tomar con respecto a la CQI de banda ancha para CW1, tal como se muestra en la figura 4. En ese caso, la CQI de banda ancha para CW1 sirve como una referencia para todas las otras CQI diferenciales/de delta.

30 En una octava realización de acuerdo con los principios de la presente invención, si un número de CQI de elemento se notifican como la CQI promedio y la CQI diferencial, se puede omitir una de las CQI de elemento. El receptor puede inferir el valor de CQI de elemento omitido mediante la relación entre la CQI promedio y la CQI de elemento o la relación entre la CQI diferencial. Por ejemplo, supóngase que,

$$CQI_{Prom} = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} CQI_i, \quad DifCQI_i = CQI_{prom} - CQI_i \quad (12)$$

35 El UE solo necesita notificar la CQI promedio, y (N-1) CQI diferenciales debido a que

$$CQI_k = N \times CQI_{prom} - \sum_{i=0, i \neq k}^{N-1} CQI_i, \quad \text{o de forma equivalente, } DifCQI_k = CQI_{prom} - CQI_k \quad (13)$$

40 Y la estación base puede usar estas relaciones para obtener el valor de CQI de elemento o el CQI diferencial omitido. Este esquema es particularmente útil cuando el número de CQI de elemento es pequeño. Por ejemplo, N = 2, 3, o 4.

Si bien la presente invención se ha mostrado y descrito en conexión con las realizaciones preferidas, será evidente a los expertos en la materia que pueden realizarse modificaciones y variaciones sin apartarse del alcance la invención tal como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

45

REIVINDICACIONES

1. Un método de comunicación, comprendiendo el método las etapas de:
 obtener estimaciones de calidad de canal para una pluralidad de canales de transmisión;
 5 determinar, en un primer nodo, un primer índice de indicación de calidad de canal dependiendo de una estimación de calidad de canal de un primer canal de transmisión, y un segundo índice de indicación de calidad de canal dependiendo de una estimación de calidad de canal de un segundo canal de transmisión;
 determinar un índice de indicación de calidad de canal diferencial del segundo índice de indicación de calidad de canal con referencia al primer índice de indicación de calidad de canal dependiendo de un esquema de compresión
 10 diferencial; y
 transmitir, a través del primer nodo, el primer índice de indicación de calidad de canal y el índice de indicación de calidad de canal diferencial a un segundo nodo usando una correlación del índice de indicación de calidad de canal diferencial con una representación de bits, siendo un número de bits para el primer índice de indicación de calidad de canal mayor que un número de bits para el índice de indicación de calidad de canal diferencial, y en donde la
 15 correlación es un esquema de correlación de complemento a dos.

2. El método de la reivindicación 1, compuesto por el esquema de compresión diferencial que es establecido por:

$$\tilde{Q}_{SB,i} = Q_{SB,i} - Q_{WB}$$

20 donde \tilde{Q}_{SB} , indica el índice de indicación de calidad de canal diferencial, Q_{WB} indica el primer índice de indicación de calidad de canal y $Q_{SB,i}$ indica el segundo índice de indicación de calidad de canal.

3. El método de la reivindicación 1, en el que el esquema de compresión diferencial comprende determinar el índice de indicación de calidad de canal diferencial basándose al menos en parte en una diferencia entre la primera indicación de calidad de canal para una primera palabra de código y la segunda indicación de calidad de canal para una segunda
 25 palabra de código.

4. El método de la reivindicación 1, compuesto por transmitir el índice de indicación de calidad de canal diferencial mediante el uso de una representación de tres bits de acuerdo con el esquema de correlación de complemento a 2.

5. El método de la reivindicación 4, en el que el esquema de correlación de complemento a dos es establecido por la siguiente tabla:

Representación de índice de indicación de calidad de canal diferencial	Índice de indicación de calidad de canal diferencial
000	0
001	1
010	2
011	≥3
111	-1
110	-2
101	-3
100	≤-4

35 6. El método de la reivindicación 1, la primera indicación de calidad de canal y la segunda indicación de calidad de canal representan una indicación de calidad de canal de MIMO.

7. Un método de comunicación, comprendiendo el método las etapas de:
 40 recibir, en un segundo nodo desde un primer nodo, un primer índice de indicación de calidad de canal y una representación de bits de un índice de indicación de calidad de canal diferencial, siendo un número de bits para el primer índice de indicación de calidad de canal mayor que un número de bits para el índice de indicación de calidad de canal diferencial, correlacionándose la representación de bits recibida de acuerdo con un esquema de correlación de complemento a dos; y
 45 obtener, en el segundo nodo, un segundo índice de indicación de calidad de canal dependiendo del primer índice de indicación de calidad de canal recibido, el índice de indicación de calidad de canal diferencial recibido y un esquema de compresión diferencial.

8. Un aparato de comunicación, comprendiendo el aparato:

medios para recibir, en un segundo nodo desde un primer nodo, un primer índice de indicación de calidad de canal y una representación de bits de un índice de indicación de calidad de canal diferencial, siendo un número de bits para el primer índice de indicación de calidad de canal mayor que un número de bits para el índice de indicación de calidad de canal diferencial, correlacionándose la representación de bits recibida de acuerdo con un esquema de correlación de complemento a dos; y
 5 medios para obtener, en el segundo nodo, un segundo índice de indicación de calidad de canal dependiendo del primer índice de indicación de calidad de canal recibido, el índice de indicación de calidad de canal diferencial recibido y un esquema de compresión diferencial.

10 9. El aparato de la reivindicación 8, compuesto por el esquema de compresión diferencial que es establecido por:

$$\hat{Q}_{SB,i} = Q_{WB} + \hat{Q}_{SB,i}$$

15 donde $\hat{Q}_{SB,i}$ indica el segundo índice de indicación de calidad de canal, Q_{WB} indica el primer índice de indicación de calidad de canal y $\hat{Q}_{SB,i}$ indica el índice de indicación de calidad de canal diferencial.

20 10. El aparato de la reivindicación 8, en el que el esquema de compresión diferencial comprende medios para determinar el índice de indicación de calidad de canal diferencial basándose al menos en parte en una diferencia entre la primera indicación de calidad de canal para una primera palabra de código y la segunda indicación de calidad de canal para una segunda palabra de código.

11. El aparato de la reivindicación 8, en el que el índice de indicación de calidad de canal diferencial recibido se representa con tres bits de acuerdo con el esquema de correlación de complemento a 2.

25 12. El aparato de la reivindicación 11, en el que el esquema de correlación de complemento a dos está siendo establecido por la siguiente tabla:

Representación de índice de indicación de calidad de canal diferencial	Índice de indicación de calidad de canal diferencial
000	0
001	1
010	2
011	≥ 3
111	-1
110	-2
101	-3
100	≤ -4

30 13. El aparato de la reivindicación 12, la primera indicación de calidad de canal y la segunda indicación de calidad de canal representan una indicación de calidad de canal de MIMO.

14. Un aparato de comunicación, comprendiendo el aparato:
 medios para obtener estimaciones de calidad de canal para una pluralidad de canales de transmisión;
 medios para determinar, en un primer nodo, un primer índice de indicación de calidad de canal dependiendo de una
 35 estimación de calidad de canal de un primer canal de transmisión, y un segundo índice de indicación de calidad de canal dependiendo de una estimación de calidad de canal de un segundo canal de transmisión;
 medios para determinar un índice de indicación de calidad de canal diferencial del segundo índice de indicación de

calidad de canal con referencia al primer índice de indicación de calidad de canal dependiendo de un esquema de compresión diferencial; y

5 medios para transmitir, a través del primer nodo, el primer índice de indicación de calidad de canal y el índice de indicación de calidad de canal diferencial a un segundo nodo usando una correlación del índice de indicación de calidad de canal diferencial con una representación de bits, siendo un número de bits para el primer índice de indicación de calidad de canal mayor que un número de bits para el índice de indicación de calidad de canal diferencial, y en donde la correlación es un esquema de correlación de complemento a dos.

10 15. El aparato de la reivindicación 14, adaptado de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 6.

15 16. Un producto de programa informático para comunicaciones inalámbricas, comprendiendo el producto de programa informático un medio legible por ordenador no transitorio que tiene un código de programa registrado en el mismo, comprendiendo el código de programa un código de programa para realizar el método de una de las reivindicaciones 1 a 7.

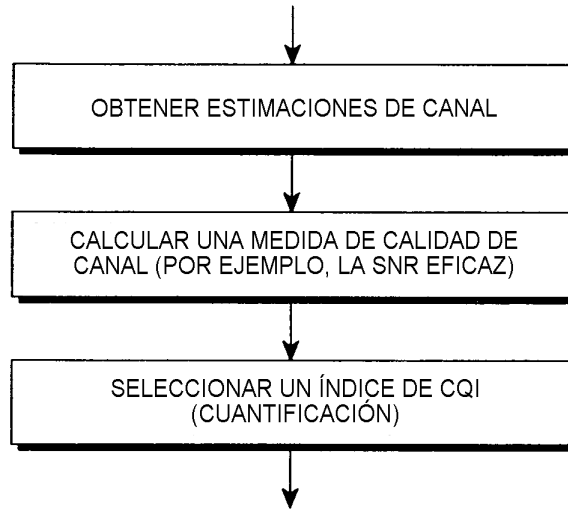


FIG.1A

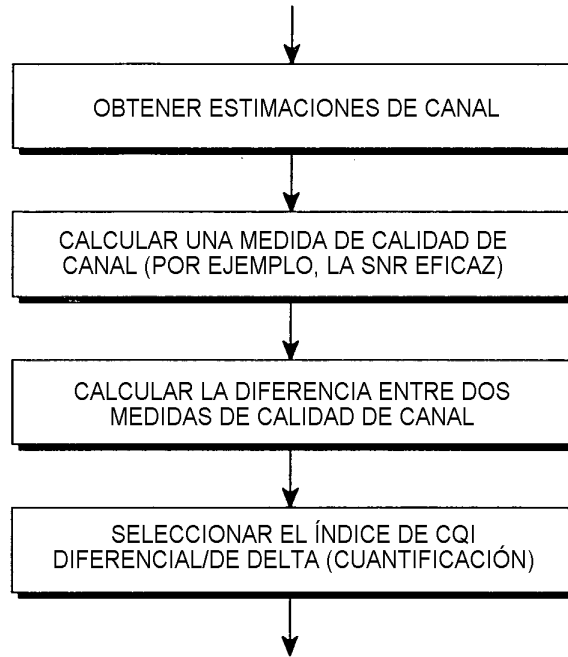


FIG.1B

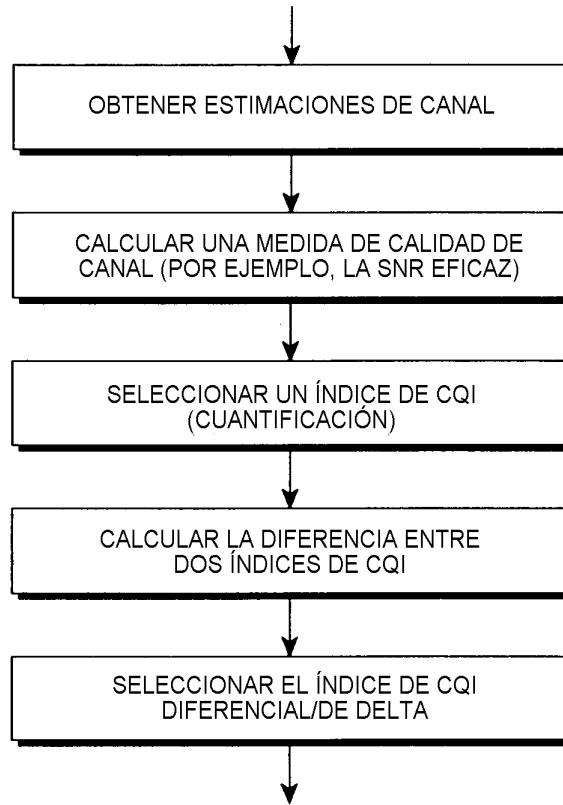


FIG.1C

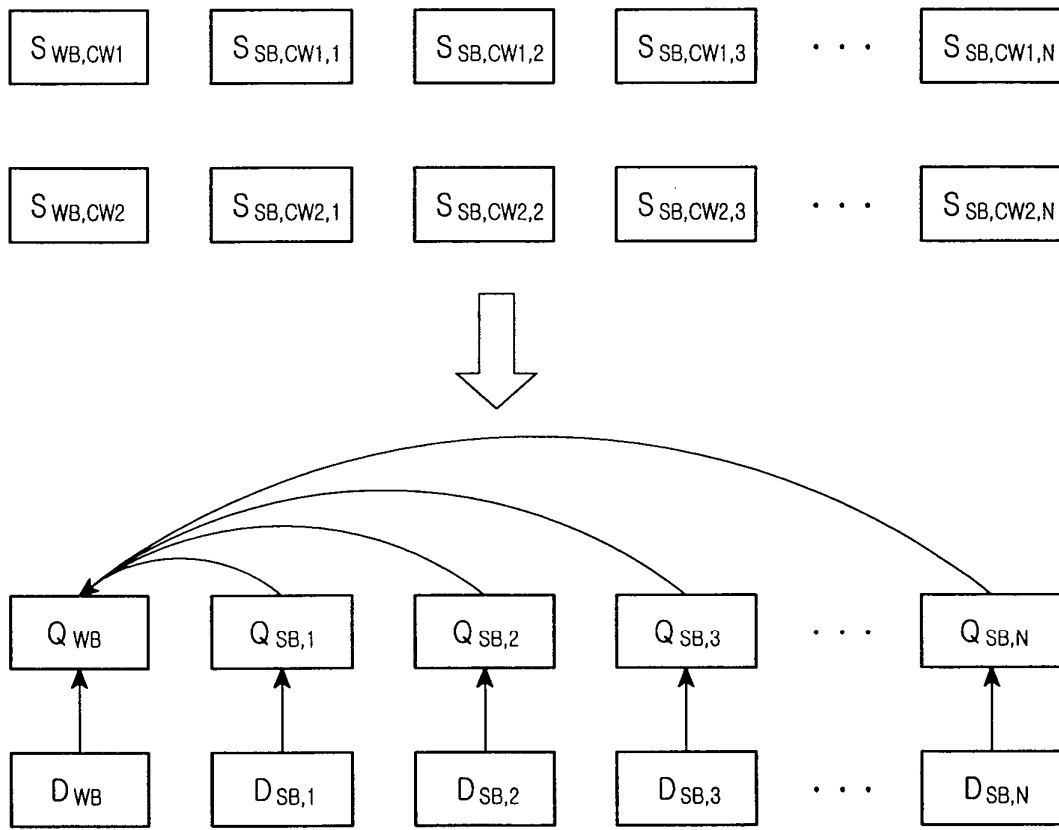


FIG.2

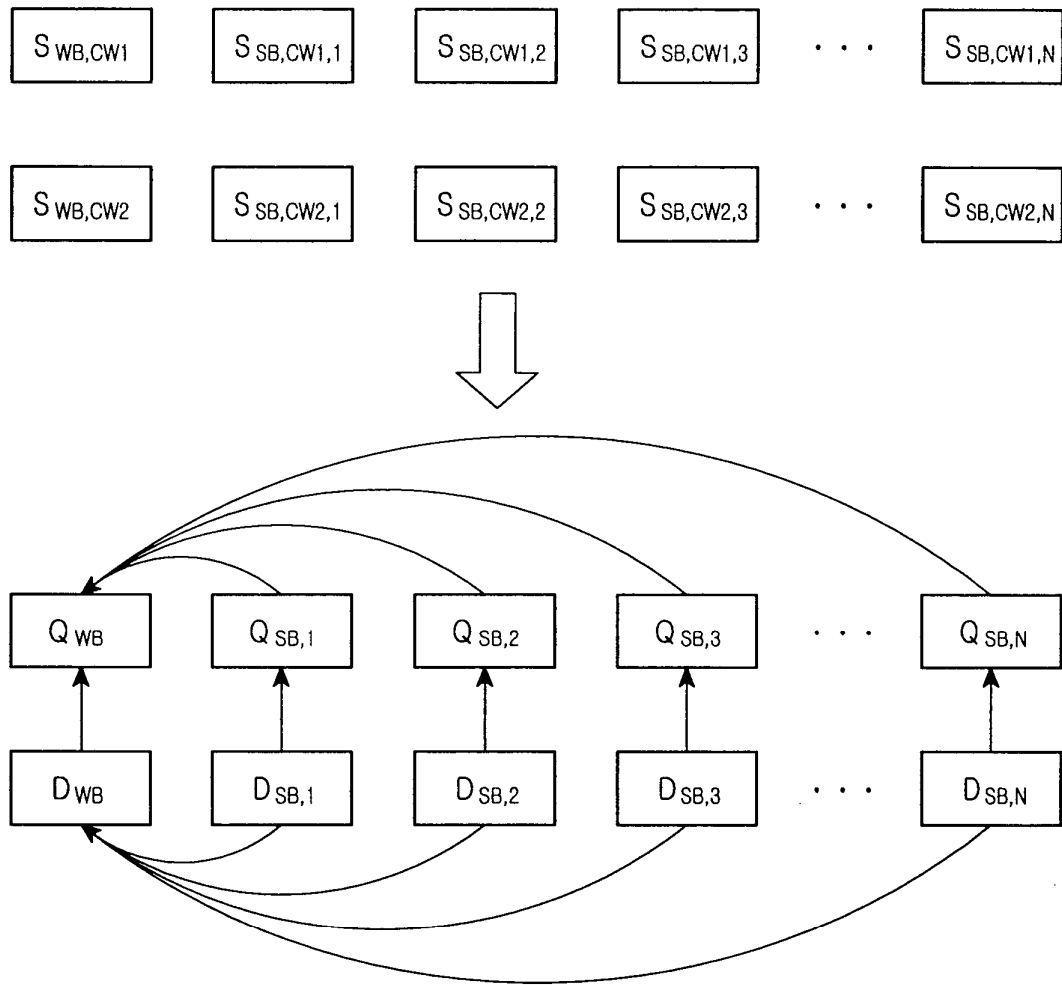


FIG.3

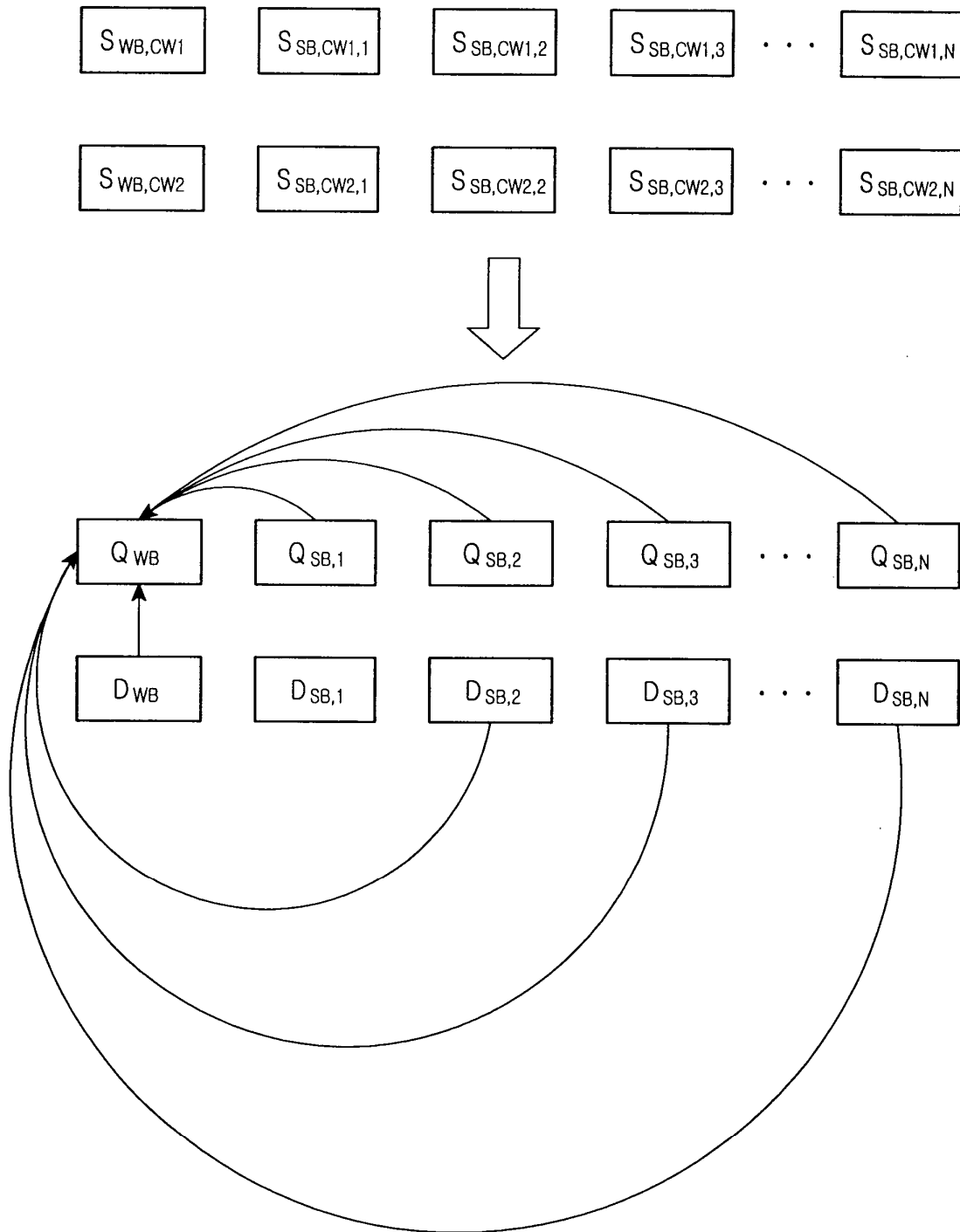


FIG.4