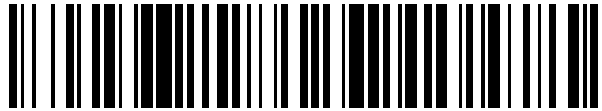


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 734 303**

51 Int. Cl.:

H04W 28/02	(2009.01)
H04B 7/26	(2006.01)
H04L 12/801	(2013.01)
H04L 1/00	(2006.01)
H04L 1/20	(2006.01)
H04L 5/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.11.2011 PCT/US2011/059002**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **10.05.2012 WO12061520**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.11.2011 E 11838759 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 2636246**

54 Título: **Sistema y procedimiento para el descubrimiento autónomo de capacidad de canal pico en una red de comunicación inalámbrica**

30 Prioridad:

02.11.2010 US 409523 P

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

05.12.2019

73 Titular/es:

**OPANGA NETWORKS, INC. (100.0%)
1201 third Avenue, Suite 2200
Seattle, WA 98101, US**

72 Inventor/es:

**GORMLEY, EAMONN;
HARRANG, JEFFREY, PAUL y
GIBBONS, DAVID, B.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 734 303 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

Sistema y procedimiento para el descubrimiento autónomo de capacidad de canal pico en una red de comunicación inalámbrica

Antecedentes de la invención

5 Campo de la invención

La presente divulgación se refiere a un sistema y procedimiento para el descubrimiento autónomo de capacidad de canal pico en una red de comunicación inalámbrica y, más específicamente, a técnicas para que un dispositivo de comunicación inalámbrica descubra de manera independiente la capacidad de canal pico de un enlace de radio acoplándolo a una red de comunicación.

10 Descripción de la técnica relacionada

Las redes de comunicación inalámbrica comprenden una red de acceso de radio (RAN) y una red principal (CN). Aunque puede usarse diferente terminología para diferentes sistemas, la RAN es en general la porción de una red de telecomunicación que se comunica con dispositivos de comunicación inalámbrica, en ocasiones denominados como equipo de usuario (UE), estación móvil (MS), dispositivo móvil o similares. Para los fines de la presente divulgación, los términos RAN, UE, MS, y similares pueden usarse de manera intercambiable con otros términos similares que describen la misma funcionalidad.

Aunque la RAN incluye el enlace de radio entre una estación base y los dispositivos de comunicación inalámbrica, la CN puede implementarse en una diversidad de maneras. La CN puede incluir microondas u otros enlaces inalámbricos. Típicamente también incluye fibras ópticas, conexiones de cableado permanente y similares.

20 Descargar un fichero de datos de la CN a un dispositivo de comunicación inalámbrica es una actividad común. El fichero de datos puede ser, a modo de ejemplo, un fichero multimedia. Los ficheros de este tipo a menudo son bastante grandes y presentan la posibilidad real de provocar congestión en la red de comunicación. Cuando un dispositivo de comunicación inalámbrica solicita un fichero de datos, el dispositivo de comunicación inalámbrica tiene poco control sobre la tasa a la que se transferirá el fichero de datos. Una tasa de transferencia de datos lenta puede ser el resultado de un enlace de radio pobre entre la estación base y el dispositivo de comunicación inalámbrica. Como alternativa, la tasa de transferencia de datos lenta puede ser el resultado de congestión en la CN o en la RAN. La congestión en la RAN puede tener lugar, por ejemplo, si la estación base está comunicando con un gran número de dispositivos y los tiempos de respuesta son lentos.

30 En un esfuerzo para evitar la congestión de la red de comunicación, un elemento de control de red puede dar instrucciones a la fuente de datos (por ejemplo, un servidor) para ralentizar la tasa de transferencia de datos para evitar la congestión indeseable. Como se ha indicado anteriormente, la tasa de transferencia de datos reducida puede ser un resultado de un enlace de radio pobre o congestión de red real. Si la tasa de transferencia de datos lenta es el resultado de un enlace de radio pobre, enviar un comando a la fuente de datos para ralentizar la tasa de transferencia no alivia la congestión en la red y no mejora todo el rendimiento de datos. Por otra parte, si una tasa de transferencia de datos lenta es el resultado de congestión de red, enviar un comando de retroceso a la fuente de datos puede aliviar la congestión de red. Por lo tanto, los expertos en la materia apreciarán que es importante determinar la causa de la tasa de transferencia de datos baja. La presente invención proporciona esta y otras ventajas, como será evidente a partir de la siguiente descripción detallada y figuras adjuntas.

40 El documento WO/2007/044255 describe cómo una estimación de tasa de bits máxima conseguible entre un cliente inalámbrico y un punto de acceso puede calcularse en dos fases. En la primera fase, la tasa de bits máxima conseguible se estima usando información de calidad de señal y opcionalmente información de nivel de congestión del punto o puntos de acceso de interés. En una segunda fase de la estimación de tasa de bits, se corrige la salida del estimador de la primera fase usando información histórica con relación a los valores de tasa de bits estimados a las tasas de bits realmente experimentadas. En la segunda fase de la estimación, un repositorio almacena el comportamiento de calidad de señal conocida de los puntos de acceso para proporcionar un Historial de Punto de Acceso (APH). El APH puede implementarse como una única entidad de memoria (base de datos) donde se mantiene un registro de cómo de precisas las estimaciones de tasas de bits anteriores resultan ser en la práctica. La realización física real de la memoria de APH se implementa usando cualquier tecnología de memoria adecuada tal como FLASH, disco duro local y similares. El APH es una lista ordenada donde se combinan el ID de Punto de Acceso (SSID) y dirección de MAC con los datos en una relación experimentalmente conocida entre la SNR y el rendimiento estable. Esta técnica de dos fases proporciona de esta manera la capacidad implícita para incluir una desviación aproximada a la estimación de rendimiento por el nivel de congestión del punto de acceso así como por promedios de tasas de bits históricos.

55 El documento WO/2005/034438 desvela una red de comunicación inalámbrica que incluye un sistema de estación base que transmite información de congestión de sector para influenciar el procesamiento de selección de sector de la estación móvil. En una realización ejemplar, cuando al menos algunas de las estaciones móviles que se soportan por la red seleccionan de manera autónoma el sector de red desde el cual desean recibir transmisiones de datos de

paquete de enlace directo, una estación base ejemplar influencia ese procesamiento de selección de sector transmitiendo información de congestión en una base por sector. Complementando esa transmisión por la red, una estación móvil ejemplar incorpora la consideración de la información de congestión de sector en su lógica de procesamiento de selección de sector autónoma. Por lo tanto, cuando números potencialmente grandes de estaciones móviles seleccionan de manera individual el 'mejor' sector de un conjunto de sectores candidatos, la red puede realizar equilibrado de carga anunciando niveles de congestión de sector, de modo que las estaciones móviles pueden elegir (o evitar elegir) un sector dado basándose al menos en parte en la información de congestión.

El documento US 20070081462 describe un procedimiento y sistema para determinar la tasa de bits entre una estación inalámbrica y uno o más puntos de acceso que tiene en cuenta el uso (congestión) de los puntos de acceso. Cada estación inalámbrica incluye software y/o hardware para estimar la tasa de bits entre la estación inalámbrica y cualesquiera puntos de acceso disponibles y proporciona equilibrado de carga automático la red inalámbrica. Se utilizan algoritmos de estimador dual y contrapresión para estimar mejor la tasa de bits conseguible disponible para una estación inalámbrica asociada con un punto de acceso y para proporcionar selección de punto de acceso sensible a congestión. La estimación de ancho de banda se proporciona mientras se tiene en cuenta la información de congestión para crear asociaciones a puntos de acceso mientras se consigue automáticamente el equilibrio de carga del tráfico entre puntos de acceso disponibles.

Sumario de la invención

De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un procedimiento como se define en la reivindicación independiente adjunta 1: se definen realizaciones preferidas en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de las varias vistas del dibujo o dibujos

La Figura 1 ilustra una arquitectura de sistema usada en la implementación de la presente divulgación.

La Figura 2 ilustra la operación de una red de acceso de radio y múltiples estaciones base construidas de acuerdo con el sistema de la Figura 1.

La Figura 3 ilustra un área de cobertura para una estación base.

La Figura 4 es un gráfico que ilustra un rendimiento de datos para un único usuario, que usa múltiples códigos.

La Figura 5 es un gráfico que ilustra el rendimiento de datos para un único código como una función de energía de portadora ruido más interferencia.

La Figura 6 es un gráfico que ilustra rendimiento de datos de LTE como una función de CINR para diversos esquemas de modulación y tasas. La Figura 7 es un gráfico que ilustra eficacia espectral para diversas implementaciones de LTE.

La Figura 8 es un gráfico que ilustra valores instantáneos de CINR como una función del tiempo, así como datos de CINR promedio para unos segundos promedios.

La Figura 9 es un gráfico de barras que ilustra valores de rendimiento pico como una función de CINR.

La Figura 10 es un gráfico que ilustra valores de interpolación lineal alternativa y de segundo orden usados para interpolar datos de rendimiento como una función de CINR.

La Figura 11 es un gráfico de barras similar al de la Figura 9, pero que ilustra valores de rendimiento pico como una función de CINR usando diversas interpolaciones.

Descripción detallada de la invención

La presente divulgación se refiere a un sistema y procedimiento mediante el cual un dispositivo de comunicación inalámbrica individual mide un valor de calidad relacionado con la calidad de la señal de radio que conecta el dispositivo a una estación base. Para un nivel de calidad de señal similar, se determina un valor de capacidad pico asociado para ese enlace de comunicación. Se realizan mediciones similares en otros valores de nivel de señal de calidad para construir una tabla o estación 120 que generalmente proporcionarán una mejor señal de calidad que si el dispositivo 108 de comunicación inalámbrica estuviera localizado en un borde del área de cobertura 124 a alguna distancia de la estación 120 base. Como se analizará en mayor detalle a continuación, la calidad de señal puede verse afectada de manera adversa por la distancia de la estación base al dispositivo de comunicación inalámbrica, o por el bloqueo de la señal por estructuras del terreno o hechas por el hombre. Además, la calidad del enlace 112 de comunicación inalámbrica puede verse afectada de manera adversa por la interferencia y otras fuentes de ruido.

Volviendo a la Figura 2, debería observarse que el dispositivo 108 de comunicación inalámbrica se ilustra comunicándose con la estación 120 base mediante el enlace 112 de comunicación inalámbrica y comunicándose con la estación 122 base mediante un enlace 132 de comunicación inalámbrica. En la operación, el dispositivo 108 de comunicación inalámbrica puede comunicarse en ocasiones con múltiples estaciones base de manera simultánea. Como alternativa, la Figura 2 puede ilustrar de manera funcional la operación del sistema 100 a medida que el dispositivo 108 de comunicación inalámbrica se mueve fuera de alcance de la estación 120 base y dentro de alcance de la estación 122 base, como es común con dispositivos de comunicación inalámbrica móviles. A medida que el dispositivo de comunicación inalámbrica se aleja de la estación 120 base, la calidad del enlace 112 de comunicación inalámbrica generalmente se reducirá. A la inversa, la calidad del enlace 132 de comunicación inalámbrica aumentará en general a medida que el dispositivo 108 de comunicación inalámbrica se mueve más cerca de la estación 122 base.

Las estaciones 120 y 122 base están comunicativamente acopladas a un controlador de estación base (BSC) 136 opcional mediante los enlaces 138 y 140 de comunicación, respectivamente. Dependiendo de la implementación de sistema particular, el BSC 136 puede controlar únicamente una única estación base o puede controlar un mayor número de estaciones base. Los enlaces 138-140 de comunicación, así como el enlace 116 de comunicación, pueden denominarse en ocasiones como un enlace de retorno que acopla las estaciones base a la red 102 (véase la Figura 1). (Algunas redes, tales como LTE, pueden implementarse sin el BSC 136).

Con una descripción general de la arquitectura del sistema 100, pueden analizarse ahora en mayor detalle diversas maneras de medir la calidad del enlace 112 de comunicación inalámbrica.

Métricas de señal de RF

Hay varias métricas de señal de RF que podrían usarse potencialmente para estimar el rendimiento posible pico en un canal inalámbrico. Las métricas examinadas en el presente documento son el índice de intensidad de señal recibido (RSSI), relación de portadora a interferencia más ruido (CINR), e índice de calidad de canal (CQI).

Los factores que influyen la tasa a la que un dispositivo inalámbrico puede recibir datos incluyen los siguientes:

Indicación de intensidad de señal recibida (RSSI)

A primera vista parecería que la RSSI debería ser un buen indicador del rendimiento instantáneo posible en un canal inalámbrico. Se esperaría que cuanto más intensa sea la señal inalámbrica recibida de la estación base de servicio en el dispositivo móvil, mejor debería ser el rendimiento.

Esto se cumple únicamente en el caso donde no haya interferencia co-canal. Cuando hay interferencia co-canal presente en la red (como es habitualmente el caso en redes inalámbricas celulares), entonces esto reducirá el rendimiento posible.

Si se hace una suposición de que no hay interferencia entonces la RSSI puede usarse en combinación con una estimación de potencia de ruido térmico para generar una estimación de relación de señal a ruido (SNR) que puede usarse en lugar de una lectura de CINR.

$$SNR = \frac{RSSI}{Potencia\ de\ Ruido\ Térmico}$$

Si no hay interferencia presente, esta SNR puede a continuación mapearse a un rendimiento instantáneo pico. Sin embargo, si está presente interferencia, el rendimiento estimado del mapeo de SNR será superior al rendimiento pico que el canal puede conseguir físicamente en ese momento.

Relación de portadora a interferencia más ruido (CINR)

La CINR es tal vez el mejor indicador del rendimiento conseguible en un sistema inalámbrico. La CINR se define como sigue:

$$CINR = \frac{Potencia\ Recibida\ de\ Estación\ Base\ de\ Servicio}{Potencia\ de\ Interferencia + Potencia\ de\ Ruido}$$

donde:

- La potencia recibida de la estación base de servicio es el nivel de señal observado en el dispositivo móvil de la estación base de servicio. Dependiendo de la tecnología inalámbrica particular, la potencia de recepción puede ser:
 - Potencia total recibida de la estación base de servicio (por ejemplo, como en GSM)
 - Potencia en señales de referencia de la estación base de servicio (por ejemplo, como en LTE, WiMAX)
 - Potencia en un código de CDMA (por ejemplo, como en W-CDMA, CDMA2000, HSDPA, 1xEV-DO, etc.)
- La potencia de interferencia es la cantidad de señal recibida de otras estaciones base en la red inalámbrica que están operando en los mismos canales de frecuencia que la estación base de servicio
- La potencia de ruido es potencia del ruido de fondo térmico recibido en el dispositivo móvil

A través del presente documento usamos el término CINR de una manera genérica. Debería observarse que la terminología usada para una relación de potencia de señal de servicio a potencia de señal de interferencia puede variar dependiendo de la tecnología inalámbrica bajo análisis.

- En redes CDMA, el valor E_c/I_0 (potencia recibida por segmento dividido por densidad espectral de potencia de interferencia) se usa como la CINR.

- En redes LTE, no se informa un valor de CINR. En lugar de una relación relacionada, se informa la RSRQ (Calidad Recibida de Señal de Referencia), desde los dispositivos móviles a la estación base.

Mapeo entre CINR y rendimiento

5 En este punto presentamos algunos ejemplos del mapeo entre CINR y rendimiento para varias tecnologías. Estos mapeos están basados en gráficos y tablas publicados y pueden usarse en algoritmos para estimar rendimiento de canal pico de una métrica de CINR.

10 La Figura 4 (de (Holma y Toskala, 2006)) muestra una representación de la relación de señal a interferencia más ruido (SINR) en el Canal Compartido de Enlace Descendente de Alta Velocidad (HS-DSCH). El rendimiento pico en este caso es de 10,7 Mbps, consistente con el rendimiento de la Ver. 5 HSDPA. Pueden obtenerse representaciones similares para la Ver. 6/7 HSDPA. Los datos de la Figura 4 se muestran en forma tabular en la Tabla 1 a continuación.

La Tabla 1 - tabla de rendimiento de HSDPA: tasa de datos (Mbps) dependencia en SINR para diversos números de códigos

SINR (dB)	Número de códigos		
	5	10	15
-10	0,05	0,05	0,05
-5	0,1	0,1	0,1
0	0,2	0,2	0,2
5	0,5	0,6	0,6
10	1,0	1,2	1,3
15	1,8	2,7	3
20	2,7	4,3	5,4
25	3,2	5,7	7,9
30	3,5	6,6	9,4
35	3,6	7,0	10,1
40	3,7	7,1	10,4

15 La Tabla 1 muestra cómo incluso aunque el rendimiento pico de HSDPA es 10,4 Mbps, el rendimiento real de un dispositivo de UE particular puede estar limitado basándose en el número de códigos que puede recibir. Por lo tanto las capacidades específicas del dispositivo 108 de comunicación inalámbrica (véase la Figura 1) también es necesario que se tengan en cuenta cuando se busca en el mapeo entre CINR y rendimiento.

20 La Figura 5 (del (Proyecto Común de Tecnologías Inalámbricas de la 3ª Generación, 2001-03)) muestra un mapeo similar como en la Figura 4, pero esta vez la representación es de Ec/I0 frente a rendimiento. La diferencia entre el Ec/I0 de la Figura 5 y el SINR de la Figura 4 es que Ec/I0 hace referencia a la relación de portadora a ruido más interferencia para un único código de HSDPA mientras que la SINR hace referencia a la relación de portadora a ruido más interferencia para múltiples códigos.

25 La Figura 6 (del (Proyecto Común de Tecnologías Inalámbricas de la 3ª Generación, 2006)) muestra el rendimiento de LTE de enlace descendente frente a Es/No (SNR) para el caso MIMO 2x2 de LTE en un canal de 20 MHz. Es/No hace referencia a la potencia de símbolo recibida dividida por la potencia de ruido normalizada. En un sistema desplegado la potencia de ruido sería la suma de la potencia de ruido térmico más potencia de interferencia.

El rendimiento pico derivado de la representación en la Figura 6 se toma como el rendimiento pico conseguido para todos los Esquemas de Modulación y Codificación para una Es/No dada. Por ejemplo, el rendimiento pico para Es/No = 20 dB es ~87 Mbps usando 64QAM, codificación de 2/3 de tasa.

30 La Figura 7 (de Mogensen, y col., 2007) muestra una representación del Factor de Geometría (Factor-G) frente a eficacia espectral para diversas clases de LTE. En nomenclatura de 3GPP, el Factor-G es la potencia total de la estación base de servicio dividida por la suma de la potencia de ruido más interferencia - es decir, la CINR.

La Figura 7 muestra cómo el mapeo de la CINR a rendimiento puede variar dependiendo del número de transmisores, número de receptores y los tipos de algoritmos usados en el sistema.

35 Debería observarse también que el eje vertical en la Figura 7 es en unidades de bits por segundo por hercio. LTE es diferente de protocolos de comunicación inalámbrica del 3GPP anteriores en que soporta anchos de banda de canal

variable. Para convertir de bits por segundo por hercio a un rendimiento pico, es necesario multiplicar el ancho de banda de canal real. Será también probable necesariamente tener en cuenta la sobrecarga de señalización de canal de control en la conversión.

- 5 La Tabla 2 a continuación (de (Hwang, Refaei, Choi, Kim, Sohn y Choi)) muestra un mapeo de E_c/N_t para el protocolo de comunicación inalámbrica 1x EV-DO Rev. 0. En este caso, N_t es la potencia de ruido térmica del sistema y E_c es la potencia recibida de un único código. E_c/I_0 puede usarse en lugar de E_c/N_t . El protocolo de comunicación inalámbrica Rev. A es apto para un rendimiento pico ligeramente superior a una E_c/I_0 superior.

Tabla 2 - 1x Ev-DO E_c/N_t frente a rendimiento

kbps sin procesar	E_c/N_t (dB)
Tasa nula	n/d
38,4	-11,5
76,8	-9,7
153,6	-6,8
307,2	-3,9
307,2	-3,8
614,4	-0,8
614,4	-0,6
921,6	1,8
1228,8	3,7
1228,8	3,8
1843,2	7,5
2457,6	9,7
1536,0	Rev. A
3072,0	Rev. A

Indicador de calidad de canal

- 10 Cuando una estación base tiene datos para transmitir a una estación móvil, necesita conocer cuál es el esquema de modulación y codificación (MCS) apropiado para aplicar a los datos de modo que llegue satisfactoriamente a la estación móvil y utilice el canal de comunicación tan eficazmente como sea posible. Este procedimiento es conocido como selección de MCS adaptativa.

- 15 Hay muchos enfoques que pueden tomarse para implementar MCS adaptativo. En general, se requiere alguna forma de realimentación del dispositivo móvil a la estación base para hacer decisiones inteligentes acerca del esquema de modulación y codificación a emplear. Los tipos de datos que normalmente se realimentan a la estación base son:

- CINR
- Indicaciones de error de bloque
- Indicador de calidad de canal

- 20 La última de estas piezas de realimentación - el indicador de calidad de canal (CQI) - puede pensarse como de una instrucción de la estación móvil a la estación base del MCS óptimo para usarse por la estación base cuando se transmite a la estación móvil. El CQI en general se mapea directamente a un esquema de modulación y codificación particular. La estación móvil decide sobre el MCS/CQI apropiado basándose en las condiciones de canal que observa y las capacidades del dispositivo. Esta decisión puede estar basada en la CINR instantánea, y puede incorporar otra información tal como la tasa de error de bloque para un MCS dado o relación de ACK/NACK de bloque.
- 25

- Si las decisiones de CQI pudieran hacerse disponibles (por ejemplo a aplicaciones que se ejecutan en unidades móviles), esto podría proporcionar una indicación muy precisa del rendimiento pico en el que la estación móvil puede recibir en cualquier momento dado. Puesto que los mensajes de CQI en general se realimentan a una estación base de servicio a una tasa de varios cientos de mensajes de CQI por segundo, se requeriría alguna filtración de las estimaciones de CQI para llegar a una tasa promedio sobre un periodo de segundos.
- 30

El valor de CQI puede mapearse directamente a un rendimiento de canal pico instantáneo. Para protocolos de ancho de banda variable tales como LTE o WiMAX, es necesario conocer el ancho de banda de canal de operación para esta conversión para convertir del CQI (que representa un Esquema de Modulación y Codificación, independientemente del ancho de banda) a un rendimiento.

5 **Algoritmos para determinar un rendimiento pico de las métricas de RF**

En este punto analizamos varios enfoques que pueden tomarse para realizar una estimación de rendimiento pico usando las métricas de RF analizadas anteriormente. Aunque se usa la métrica de RF de CINR, por ejemplo, se entiende que el mismo enfoque podría usarse con otros tipos de métricas de RF que incluyen RSSI y CQI u otras métricas de RF similares que cuantifican la calidad de radio de canal y están relacionadas de una manera determinística al rendimiento de canal pico. Estas métricas pueden denominarse genéricamente como un valor de calidad para el enlace de radio.

15 **El mapeo directo de CINR a rendimiento de pico instantáneo**

Como se ha mostrado anteriormente, hay una intensa correlación entre el rendimiento pico instantáneo y la CINR. Si conocemos la relación entre la CINR y rendimiento para una tecnología de comunicación inalámbrica particular entonces puede usarse una tabla de búsqueda sencilla para buscar el rendimiento de dispositivo basándose en la CINR.

Existen, por supuesto, algunos detalles de implementación que también deben de tenerse en cuenta. Estos detalles se exploran en las siguientes subsecciones.

Promediar la CINR

20 La Figura 8 muestra una representación de CINR instantánea frente a tiempo para una estación móvil que se mueve lejos de una estación base (por ejemplo, la estación 120 base de la Figura 2) hacia un área con niveles superiores de interferencia de otra estación base (por ejemplo, la estación 122 base). Como puede observarse a partir de la representación, la CINR instantánea puede variar bastante rápido.

Tiene sentido usar una estimación de rendimiento pico que es el promedio del rendimiento pico a través del marco de tiempo de interés, es decir en algunos escenarios por encima de uno o unos pocos segundos. En la Figura 8 mostramos promedios de un segundo de los datos de CINR con ruido.

Típicamente, los valores de CINR informados de diferentes unidades móviles incluyen algún promedio de la CINR para reducir los efectos del ruido de estimaciones de CINR instantáneas. Por supuesto la cantidad de promedio que tiene lugar puede no ser fácilmente evidente o conocida por otro distinto al fabricante del dispositivo.

30 Por consiguiente, para asegurar que se está realizando una cantidad apropiada de promediado cuando se estima la CINR para los fines de estimación de un rendimiento, en una realización se toman varias lecturas de CINR por segundo. Un valor de CINR de promedio móvil, por ejemplo usando un filtro de IIR de polo único sencillo (exponencial)

$$CINR_{prom} = \alpha(CINR_{nueva}) + (1 - \alpha)(CINR_{prom})$$

35 donde α es un factor de filtración sin dimensión que varía entre 0 (promediado de tiempo infinito) donde el promedio siempre permanece en su valor inicial y 1 (no promediado).

En general, cuando se realiza este tipo de promediado, debería usarse la representación lineal de la CINR, no la representación de dB. La conversión de CINR en dB a lineal es:

$$CINR_{lineal} = 10^{\frac{CINR_{dB}}{10}}$$

La operación inversa es:

40
$$CINR_{dB} = 10 * \log_{10} CINR_{lineal}$$

Velocidad de dispositivo móvil

El mapeo entre CINR y rendimiento pico instantáneo también varía con la velocidad del dispositivo (por ejemplo, en km/h) a medida que el dispositivo móvil se mueve a través del área de cobertura 124 (véase la Figura 3).

- 45 • Si la velocidad del dispositivo es desconocida entonces puede usarse un mapeo para una velocidad de dispositivo nominal.
- Si la velocidad del dispositivo es conocida entonces puede hacerse una estimación de rendimiento a partir de las tablas de CINR frente a rendimiento para dos o tres velocidades de dispositivo e interpolar los rendimientos de las velocidades de dispositivo más cercanas a la velocidad de dispositivo medida.

La variación en el mapeo basándose en la velocidad de dispositivo es generalmente menor que un pequeño porcentaje, por lo que normalmente se espera que sea suficiente una única tabla que usa una CINR nominal a mapeo de rendimiento.

Capacidades de dispositivo

- 5 Mientras que un valor de CINR puede mapearse a un rendimiento instantáneo pico, el rendimiento instantáneo pico conseguible que ese un dispositivo particular puede conseguir puede limitarse por las capacidades del dispositivo. En HSPA por ejemplo, la Tabla 3 ilustra las siguientes categorías de dispositivo establecidas para HSPA versión 6 (a partir de la referencia (Craig, 2007)):

Tabla 3 - capacidades de dispositivo HSPA

Categoría de módem de HSPA	Tasa de datos de DL máxima
1, 2	1,2 Mbps
3, 4	1,8 Mbps
5, 6	3,6 Mbps
7,8	7,2 Mbps
9	10,2 Mbps
10	14,4 Mbps
11	0,9 Mbps
12	1,8 Mbps

- 10 Como mínimo, el algoritmo de estimación pico instantáneo debería asegurar que se tienen en cuenta las capacidades del dispositivo de modo que la estimación de rendimiento pico se limite por las capacidades del dispositivo.

Sin embargo, el límite de rendimiento pico para un dispositivo particular puede manifestarse a sí mismo de diferentes maneras. Por ejemplo un dispositivo de HSDPA que puede recibir únicamente cinco códigos de CDMA en el HS-DSCH tiene un mapeo diferente entre la CINR y rendimiento pico cuando se compara a un dispositivo que puede recibir todos los 15 códigos (por ejemplo, véase la Figura 4).

- 15

Adicionalmente, la configuración para soporte de voz puede consumir también códigos que podrían usarse de otra manera para datos, reduciendo de manera similar el ancho de banda de datos pico disponible en el canal independientemente de la capacidad del dispositivo.

Rendimiento pico automático frente al algoritmo de aprendizaje de CINR

- 20 En las secciones anteriores, hemos asumido que el mapeo entre la CINR y el rendimiento es conocido para una tecnología dada. En ocasiones sin embargo, el mapeo entre un valor de CINR y un rendimiento pico puede no estar fácilmente disponible por varias razones:

- El mapeo puede depender de capacidades del dispositivo. Por ejemplo, un dispositivo puede estar limitado en el número de códigos de CDMA que puede recibir de manera simultánea. En HSDPA, el rendimiento pico cambiará dependiendo de si un dispositivo móvil soporta o no MIMO.
- Cuando un mapeo está disponible, generalmente hace referencia al rendimiento de datos de capa física pico conseguible para una CINR dada. Sin embargo, este valor pico incluye tanto datos de usuario como cualquier sobrecarga de mensajería de control asociada. El rendimiento pico conseguible por una aplicación de usuario será siempre inferior al rendimiento pico de la capa física, en ocasiones tanto como el 30 %.
- Una tecnología se actualiza, o se hace disponible una nueva tecnología que cambia el mapeo.

- 25

En este punto describimos cómo puede modificarse el mecanismo de estimación de mantenimiento de pico histórico para aprender automáticamente, con el tiempo, el mapeo entre la medición de CINR en el dispositivo y el rendimiento pico que puede conseguir el dispositivo para cada CINR.

- 35 En el algoritmo de estimación rendimiento pico de línea de base, se mantiene un rendimiento pico único. En el algoritmo modificado, se mantiene un rendimiento pico para cada valor de CINR que se observa en el sistema.

El rendimiento pico para cada CINR puede inicializarse a cero. Cuando se determina un nuevo rendimiento pico para una CINR dada, se comprueba el rendimiento pico de valores de CINR superiores para observar si son menores que el rendimiento pico determinado para la CINR inferior. En caso afirmativo, pueden establecerse igual al rendimiento pico determinado para el valor de CINR inferior. Por ejemplo, en la Tabla 4 a continuación, se mide un valor pico de 1,0 Mbps en un valor de CINR de 6 dB. En ausencia de mediciones de rendimiento pico a niveles de CINR superiores,

- 40

puede suponerse que el rendimiento pico para niveles de CINR superiores es al menos tan bueno como el valor de rendimiento pico para la medición real a 6 dB. Por lo tanto, la tabla se actualiza para valores de CINR superiores basándose en la medición única a 6 dB. A medida que se hacen disponibles mediciones reales a valores de CINR superiores, se actualiza la tabla adicionalmente, como se describe a continuación.

CINR	Etapa							
	0	1	2	3	4	5	6	7
-10	0	0	0	0	0	0	5	0
-8	0	0	0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
-6	0	0	0	<i>0,2</i>	0,2	0,2	0,2	0,2
-4	0	0	0	<i>0,2</i>	0,2	0,2	0,2	0,2
-2	0	0	0	<i>0,2</i>	0,2	0,2	0,2	0,2
0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2	0	<i>0,5</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
4	0	<i>0,5</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
6	0	<i>0,5</i>	1	1	1	1	1	1
8	0	<i>0,5</i>	<i>1</i>	1	1	1	1	1
10	0	<i>0,5</i>	<i>1</i>	1	1	1	1	1
12	0	<i>0,5</i>	<i>1</i>	1	3	3	3	3
14	0	<i>0,5</i>	<i>1</i>	1	<i>3</i>	3	3	3
16	0	<i>0,5</i>	<i>1</i>	1	<i>3</i>	3	3,5	3,5
18	0	<i>0,5</i>	<i>1</i>	1	<i>3</i>	4	4	4
20	0	<i>0,5</i>	<i>1</i>	1	<i>3</i>	<i>4</i>	4	5

5 Tabla 4 - CINR frente a algoritmo de aprendizaje de rendimiento en acción

A medida que se establecen más y más estimaciones de rendimiento pico se actualiza el mapeo de CINR a rendimiento pico.

10 Como un ejemplo, la Tabla 4 muestra la evolución de una CINR a tabla de mapeo rendimiento pico con el tiempo. Los valores de CINR se muestran en la primera columna. Cada una de las siguientes columnas muestra la tabla de rendimiento pico (unidades en Mbps) ya que se actualiza con cada nueva estimación de rendimiento pico que corresponde a una CINR particular. La nueva estimación pico se muestra en negrita con un fondo destacado y las estimaciones de rendimiento pico de CINR superiores que se actualizan basándose en esta estimación se muestran en cursiva con un fondo destacado.

15 En la etapa 1, suponemos que el algoritmo de estimación de rendimiento pico ha realizado su primera estimación de rendimiento pico de 0,5 Mbps a CINR de 0 dB. Puesto que cada una de las estimaciones pico para las CINR mayores que 0 dB se establecieron previamente a cero, se actualizan y establecen a 0,5 Mbps, puesto que el rendimiento para las CINR superiores debería ser al menos tan bueno como el rendimiento a las CINR inferiores.

20 En la etapa 2, el algoritmo de estimación pico hace una segunda estimación de rendimiento pico de 1 Mbps a una CINR de 6 dB. La entrada de CINR de 6 dB y todas las entradas de CINR superiores que se actualizan a 1 Mbps.

25 En la etapa 3, el algoritmo de estimación pico hace una estimación de rendimiento pico de 0,2 Mbps a una CINR de -8 dB. Los rendimientos pico para las CINR de -8 dB a -2 dB se establecen a 0,2 Mbps, como si fueran todos previamente menores que 0,2 Mbps.

En la etapa 4, el algoritmo de estimación pico hace una estimación de rendimiento pico de 3 Mbps a una CINR de 12 dB. Los rendimientos pico para las CINR de 12 dB a 20 dB se establecen a 3 Mbps, como si fueran todas previamente menores que 3 Mbps.

30 En la etapa 5, el algoritmo de estimación pico hace una estimación de rendimiento pico de 4 Mbps a una CINR de 18 dB. Los rendimientos pico para las CINR de 18 dB a 20 dB se establecen a 4 Mbps, como si fueran todas previamente menores que 3 Mbps.

En la etapa 6, el algoritmo de estimación pico hace una estimación de rendimiento pico de 3,5 Mbps a una CINR de 16 dB. Puesto que los rendimientos pico de las CINR superiores son todas mayores que 3,5 Mbps, únicamente se actualiza el rendimiento pico para una CINR de 16 dB.

En la etapa 7, el algoritmo de estimación pico hace una estimación de rendimiento pico de 5 Mbps a una CINR de 20 dB. Puesto que esta es la CINR más alta, esta es la única que se actualiza.

5 Un gráfico de la estimación de rendimiento pico para cada CINR después de la etapa 7 se muestra en la Figura 9. Los expertos en la materia apreciarán que el procedimiento de mapeo puede operar continuamente dentro del dispositivo 108 de comunicación inalámbrica (véase la Figura 1). Las actualizaciones en el sistema 100, tal como mejoras a los transmisores en la estación 120 base (véase la Figura 2), por ejemplo, pueden dar como resultado rendimiento de datos superior que el previamente mapeado. Si el procedimiento ilustrado en la Tabla 4 opera en una base continua o periódica, estos cambios en el sistema 100 se detectarán y los datos en la Tabla 4 pueden actualizarse automáticamente.

Interpolación lineal

10 En lugar de simplemente replicar una estimación de rendimiento pico para una CINR dada a todas las CINR superiores que tienen estimación de rendimiento pico inferior, podría realizarse una interpolación lineal entre el nuevo rendimiento pico y una CINR superior con un rendimiento pico previo. La interpolación puede extenderse también a CINR inferiores donde se hubiera realizado el rendimiento pico previo.

Usando el mismo ejemplo como anteriormente, la tabla de evolución del rendimiento pico se muestra en la Tabla 5.

CINR	Etapa							
	0	1	2	3	4	5	6	7
-10	0	0	0	0	0	0	0	0
-8	0	0	0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
-6	0	0	0	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275
-4	0	0	0	0,350	0,35	0,35	0,35	0,35
-2	0	0	0	0,425	0,425	0,425	0,425	0,425
0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2	0	0,5	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
4	0	0,5	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
6	0	0,5	1	1	1	1	1	1
8	0	0,5	1	1	1,67	1,67	1,67	1,67
10	0	0,5	1	1	2,33	2,33	2,33	2,33
12	0	0,5	1	1	3	3	3	3
14	0	0,5	1	1	3	3,33	3,33	3,33
16	0	0,5	1	1	3	3,67	3,67	3,67
18	0	0,5	1	7	3	4	4	4
20	0	0,5	1	1	3	4	4	5

Tabla 5 - Tabla de estimación de rendimiento con interpolación lineal

15 En la etapa 1, puesto que no hay estimaciones de rendimiento previas realizadas para cualquier CINR, la estimación de rendimiento pico de 0,5 Mbps para una CINR de 0 dB se rellena como anteriormente y se extiende a todas las CINR superiores. Obsérvese que las estimaciones de rendimiento pico para CINR inferiores se dejan como están puesto que no había estimación pico previa realizada para las CINR inferiores.

20 En la etapa 2 la estimación de rendimiento pico de 1 Mbps realizada para una CINR de 6 dB se extiende a todas las CINR superiores. El rendimiento pico para las CINR inferiores de 2 dB y 4 dB se interpola entre el rendimiento pico previamente establecido de 0,5 Mbps a CINR de 0 dB y la nueva estimación de 1 Mbps a CINR de 6 dB.

En la etapa 3, las estimaciones de rendimiento pico para las CINR de -6 dB, -4 dB y -2 dB se interpolan linealmente de la nueva estimación de rendimiento pico de 0,2 Mbps a una CINR de -8 dB y una estimación rendimiento pico anterior de 0,5 Mbps a CINR de 0 dB.

25 En la etapa 4 la estimación de rendimiento pico de 3 Mbps a CINR de 12 dB se replica a todas las CINR superiores y se realizan estimaciones de rendimiento pico linealmente interpoladas para las CINR de 8 dB y 10 dB.

En la etapa 5 la estimación de rendimiento pico de 4 Mbps a CINR de 18 dB se replica a todas las CINR superiores y se realizan estimaciones de rendimiento pico linealmente interpoladas para las CINR de 14 dB y 16 dB.

30 En el ejemplo anterior, se realizó una estimación de rendimiento pico de 3,5 Mbps para una CINR de 16 dB. En este ejemplo, eso se superaría por la estimación de rendimiento interpolada de 3,67 Mbps previamente realizada para esta CINR.

5 Obsérvese que diferenciamos entre estimaciones de rendimiento pico a partir de la estimación de rendimiento pico medida y las estimaciones de rendimiento pico linealmente interpoladas. La interpolación debería únicamente llevarse a cabo entre estimaciones realizadas por el procedimiento de estimación de rendimiento pico medida. En este punto suponemos algún procedimiento de medición del rendimiento de canal pico tal como enviar una ráfaga de datos y medir cuánto tiempo tarda entregar la ráfaga o por algún otro procedimiento tal como basándose en las dinámicas de latencia del canal.

Esta modificación al algoritmo anterior podría probarse empíricamente para asegurar que las estimaciones de rendimiento interpoladas están de hecho en línea con los picos reales que se midieran.

Interpolación de orden superior

10 Como una alternativa a la interpolación lineal, podría usarse un polinomio de interpolación de orden superior. Por ejemplo, la Figura 10 muestra una interpolación tanto de primer orden (lineal) como de segundo orden entre los puntos (0,0) y (1,1).

15 La fórmula general para estimar un rendimiento, t2 a una CINR, CINR2 cuando los rendimientos t0 y t1 y CINR0 y CINR1 son conocidos se muestra en la ecuación a continuación. Para interpolación lineal, n=1. Para interpolación de segundo orden, n=2.

$$t2 = t0 + (t1 - t0) \left(\frac{CINR2 - CINR0}{CINR1 - CINR0} \right)^n$$

Las actualizaciones para la tabla de estimaciones de rendimiento pico cuando se usa una interpolación de segundo orden se muestran en la Tabla 6.

CINR	Etapa							
	0	1	2	3	4	5	6	7
-10	0	0	0	0	0	0	0	0
-8	0	0	0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
-6	0	0	0	0,275	0,275	0,275	0,275	0,275
-4	0	0	0	0,350	0,35	0,35	0,35	0,35
-2	0	0	0	0,425	0,425	0,425	0,425	0,425
0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2	0	0,5	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
4	0	0,5	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
6	0	0,5	1	1	1	1	1	1
8	0	0,5	1	1	1,67	1,67	1,67	1,67
10	0	0,5	1	1	2,33	2,33	2,33	2,33
12	0	0,5	1	1	3	3	3	3
14	0	0,5	1	1	3	3,33	3,33	3,33
16	0	0,5	1	1	3	3,67	3,67	3,67
18	0	0,5	1	1	3	4	4	4
20	0	0,5	1	1	3	4	4	5

Tabla 6 - tabla de estimación de rendimiento con interpolación de 2º orden

20 Una comparación de la tabla de rendimiento frente a CINR después de la etapa 7 para cada uno de los esquemas de actualización (replicar únicamente, interpolación lineal e interpolación de 2º orden) se muestra en la Figura 11.

Múltiples tipos de red inalámbrica

Para algunos dispositivos móviles habrá a menudo escenarios donde el dispositivo se mueve entre tipos de red. En estos casos podría haber varias tablas de CINR mantenidas que corresponden a cada tipo de red separada.

25 Por ejemplo un terminal podría localizarse en una red 3G HSPA y más tarde viajar a una localización únicamente servida por tecnología de EDGE 2.5G. Puesto que las capacidades intrínsecas de los dos tipos de redes son diferentes,

se aprenden tablas de CINR a rendimiento pico separadas y se mantienen en cada tipo de red.

Para determinar qué tabla de búsqueda usar el dispositivo móvil necesitaría un procedimiento de generación de información para indicar el tipo de red de servicio actualmente. Se entiende que este tipo de información es una característica convencional de las interfaces de programación de aplicación en la mayoría de microteléfonos comerciales.

5

Sumario de tecnologías inalámbricas móviles

La tabla 7 muestra una lista de las tecnologías inalámbricas de conmutación de paquetes más comunes y sus capacidades de tasa de datos pico. Estas son las tecnologías soportadas por teléfonos inteligentes modernos.

Tabla 7 - Tecnologías de datos inalámbricas desplegadas

Tecnología	Familia	Tasas de datos
GPRS	3GPP	56 kbps típica 114 kbps máx
EDGE	3GPP	180 kbps típica 236,8 kbps pico (4 intervalos de tiempo) 473,6 kbps pico (8 intervalos de tiempo)
UMTS (W-CDMA)	3GPP	2 Mbps pico
HSDPA	3GPP	1,8 - 14,4 Mbps pico 3,5 Mbps/sector típica
HSPA+ (Versión 7)	3GPP	21-28 Mbps pico (2x2 MIMO) 1,8 - 14,4 Mbps pico (2x1 SIMO) 6,2 Mbps/sector típica
LTE	3GPP	>100 Mbps
CDMA-2000	3GPP2	144 kbps pico
CDMA2000 1x RTT	3GPP2	307,2 kbps pico 125 kbps típica
EV-DO 1x Rev. 0	3GPP2	2,45 Mbps pico, 750 kbps típica
EV-DO 1x Rev. A	3GPP2	3,1 Mbps
EV-DO Rev. B	3GPP2	4,9 Mbps/portadora

10 Por lo tanto, puede apreciarse que los valores de rendimiento pico pueden medirse en una diversidad de diferentes maneras y asociarse con una tasa de rendimiento de datos particular. La tasa de rendimiento de datos depende de la calidad del enlace 112 de comunicación inalámbrica (véase la Figura 1). Sin embargo, la calidad del enlace 112 de comunicación inalámbrica depende de un número de factores analizados anteriormente. Además, el tipo real del dispositivo 108 de comunicación inalámbrica puede afectar al rendimiento de datos. Es decir, algunos dispositivos son simplemente más rápidos que otros dispositivos y por lo tanto tienen un rendimiento de datos mayor para un valor dado de calidad del enlace 112 de comunicación inalámbrica. Por esta razón, en una realización, el sistema 100 almacena la tabla o tablas analizadas anteriormente en una localización de almacenamiento en el mismo dispositivo 108 de comunicación inalámbrica. Los datos pueden almacenarse de manera conveniente como una tabla de búsqueda de datos. Sin embargo, cualquier forma de estructura de almacenamiento de datos adecuada puede usarse para implementar satisfactoriamente el sistema 100. El sistema 100 no está limitado por cualquier forma particular de almacenamiento de datos. En una realización, el dispositivo 108 de comunicación inalámbrica puede almacenar tablas de datos para múltiples estaciones base, tal como las estaciones 120-122 base en la Figura 2. Esto puede ser especialmente útil en situaciones donde la comunicación global tiene estaciones base que no son idénticas, y por lo tanto tienen diferentes valores de rendimiento de datos. Por ejemplo, el enlace 138 de comunicación que acopla la estación 120 base a la BSC 136 puede comprender múltiples líneas de enlace de retroceso de T1. En contraste, el enlace 140 de comunicación que acopla la estación 122 base a la BSC 136 puede tener únicamente una única línea de enlace de retroceso de T1 única. Los expertos en la materia pueden apreciar que la estación 120 base puede tener significativamente mayores tasas de rendimiento de datos debido a la congestión de enlace de retroceso reducida en el enlace 138 de comunicación. En esta circunstancia, el dispositivo 108 de comunicación inalámbrica puede tener las tablas de datos para ambas de las estaciones 120 y 122 base para distinguir entre enlaces de calidad de radio pobres y gestión de red de manera separada para cada estación base.

30

Los expertos en la materia apreciarán que únicamente una única tabla de datos puede ser aplicable para todas las estaciones base si la red de telecomunicación usa estaciones base idénticas y enlaces de comunicación de retroceso idénticos.

5 En otra variación adicional, el dispositivo 108 de comunicación inalámbrica puede almacenar diferentes tablas de datos para diferentes sectores de un sitio de célula. Por ejemplo, el sector 130 en la Figura 3 puede tener una tasa de rendimiento de transmisión de datos inferior que, a modo de ejemplo, el sector 126. Por lo tanto, el dispositivo 108 de comunicación inalámbrica puede recuperar los datos apropiados basándose en el sector particular con el que está comunicando el dispositivo de comunicación inalámbrica. Si todos los sectores tienen idénticas capacidades a través de todo del sistema de comunicación inalámbrica, el dispositivo 108 de comunicación inalámbrica necesita únicamente almacenar una única tabla que es aplicable a todos los sectores.

10 En otra realización alternativa más, la tabla de datos anteriormente analizada puede almacenarse de manera remota desde el dispositivo 108 de comunicación inalámbrica y descargarse en el inicio de una sesión de comunicación para descargar un fichero de datos. Por ejemplo, las tablas de datos anteriormente analizadas pueden descargarse al dispositivo 108 de comunicación inalámbrica mediante la RAN 110 ilustrada en la Figura 1. Por ejemplo, en el inicio de una sesión de transferencia de datos, el fichero de datos se almacena en la fuente 104 de datos. Justo antes de la iniciación de la descarga de fichero de datos, las tablas de datos apropiadas para la estación base de servicio actualmente (y sectores), así como tablas de datos para estaciones base cercanas (y sectores) pueden descargarse al dispositivo 108 de comunicación inalámbrica. De esta manera, un dispositivo 108 de comunicación inalámbrica recibe los datos actuales para las estaciones base cercanas. Como se ha indicado anteriormente, las tasas de transferencia de datos pueden ser dependientes. Por lo tanto, el sistema 100 puede proporcionar las tablas de datos apropiadas al dispositivo 108 de comunicación inalámbrica basándose en la identificación del tipo de dispositivo de comunicación inalámbrica al que se transferirá el fichero de datos.

20 Como se ha analizado anteriormente, el dispositivo 108 de comunicación inalámbrica usa la tabla de datos para determinar el rendimiento de datos pico esperado basándose en el valor medido actual de la CINR. Por ejemplo, usando los datos de la Tabla 4 (etapa 7), el dispositivo de comunicación inalámbrica mide el valor de CINR actual si, a modo de ejemplo, el valor de CINR es 8 dS, la tasa de rendimiento pico esperada es 1,0 Mbps. Si la tasa de rendimiento de datos real es inferior a este valor, el dispositivo de comunicación inalámbrica puede enviar un mensaje a la fuente 204 de datos mediante la RAN 110 que indica que ha detectado congestión. En respuesta a la congestión de red, el sistema 100 puede provocar que la fuente 104 de datos ralentice o incluso suspenda de manera temporal la transferencia de datos para evitar los efectos secundarios indeseables de congestión de red. Esto permite ventajosamente que el sistema 100 diferencie entre tasas de baja transferencia provocadas por calidad pobre del enlace 112 de comunicación inalámbrica (véase la Figura 1) frente a tasas de baja transferencia provocadas por la congestión de red. Si la tasa de transferencia baja se provoca por calidad pobre del enlace 112 de comunicación inalámbrica, el dispositivo 108 de comunicación inalámbrica puede enviar también un mensaje a la fuente 104 de datos mediante la RAN 110 que indica que la tasa de transferencia baja se provoca por cobertura pobre en lugar de por congestión de red.

35 Los expertos en la materia apreciarán que la tasa de rendimiento de datos real puede caer momentáneamente por debajo de la tasa de rendimiento de datos esperada. Para evitar generar información de manera innecesaria, el sistema 100 puede añadir adicionalmente un umbral de duración de tiempo antes de enviar un mensaje de detección de congestión a la fuente 104 de datos. Por ejemplo, el sistema puede imponer un requisito de duración de tiempo que requiere que la tasa de rendimiento de datos real esté por debajo de la tasa de rendimiento pico esperada para un periodo de tiempo predeterminado. En un ejemplo, el sistema 100 podría requerir que la tasa de rendimiento de datos real sea menor que la tasa de rendimiento pico esperada durante al menos un segundo antes de que envíe un mensaje de detección de congestión a la fuente 104 de datos. En otra variación más, el sistema puede requerir que la tasa de rendimiento de datos real sea menor que la tasa de rendimiento pico esperada por una cantidad umbral. Por ejemplo, si la tasa de rendimiento esperada es 1,0 Mbps y la tasa de rendimiento de datos real es 995 Kbps, puede considerarse que el enlace 112 de comunicación inalámbrica está operando esencialmente como su capacidad de canal pico. De nuevo, para evitar generar información innecesaria de congestión, el sistema puede requerir que la tasa de rendimiento de datos real sea menor que la tasa de rendimiento pico esperada por una cantidad umbral predeterminada. La cantidad umbral puede establecerse en términos absolutos (por ejemplo, la tasa de rendimiento de datos real es menor que la tasa de rendimiento pico esperada en 25 Kbps) o como un porcentaje de la tasa de rendimiento pico esperada (por ejemplo, la tasa de rendimiento de datos real es menor que el 90 % de la tasa de rendimiento pico esperada). En otra realización más, el sistema 100 podría usar una combinación del umbral de duración de tiempo y una caída en la tasa umbral real por debajo de un valor umbral.

55 En el procedimiento anteriormente descrito, el dispositivo de comunicación inalámbrica descubre de manera autónoma la capacidad de canal pico para diversos niveles de calidad de señal (por ejemplo, CINR) y completa automáticamente la tabla, tal como la Tabla 4, en un procedimiento iterativo. Los expertos en la materia apreciarán que este procedimiento iterativo puede ser un procedimiento continuo y en curso. Mientras que la Tabla 4 ilustra únicamente 7 etapas desde el punto de inicio donde la tabla de datos está vacía, el procedimiento puede continuar hasta que cada uno de los valores de la CINR tenga una medición real. Adicionalmente, a medida que pasa el tiempo, los aspectos del sistema 100 pueden cambiar haciendo de esta manera los datos obsoletos. Por ejemplo, los cambios a la RAN 110 pueden dar como resultado una mejora de la estación 122 base. Puesto que la estación 122 base puede ahora

tener una tasa de rendimiento mayor, las tablas de datos pueden modificarse para reflejar el hecho de que un rendimiento mayor puede estar disponible para un valor de CINR dado.

En otra realización más, las tablas de datos para un dispositivo de comunicación inalámbrica particular pueden rellenarse previamente, eliminando por lo tanto la necesidad de un procedimiento de múltiples etapas ilustrado en las tablas de datos anteriores. Por ejemplo, en lugar de iniciar con las tablas de datos que tienen un valor de cero para todo los niveles de calidad del enlace 112 de comunicación inalámbrica, el sistema 100 puede precargar la tabla de datos y descargarla al dispositivo 108 de comunicación inalámbrica mediante la RAN 110. Por ejemplo, los datos de la Tabla 4, la etapa 7 puede descargarse al dispositivo 108 de comunicación inalámbrica para la estación base y/o sector particulares con los que el dispositivo de comunicación inalámbrica está comunicando actualmente. Por lo tanto, el dispositivo de comunicación inalámbrica comienza con una tabla de datos rellena previamente que refleja razonablemente las tasas de rendimiento de datos esperadas para un valor dado de calidad del enlace 112 de comunicación inalámbrica (véase la Figura 1). El dispositivo 108 de comunicación inalámbrica puede actualizar la tabla de datos rellena previamente como se ha analizado anteriormente para reflejar condiciones de sistema actuales. Como se ha indicado anteriormente, las tasas de rendimiento de datos pico esperado pueden variar basándose en el tipo del dispositivo 108 de comunicación inalámbrica. Por lo tanto, el sistema 100 debe rellenar la tabla de datos con datos apropiadamente seleccionados para el tipo de dispositivo 108 de comunicación inalámbrica.

Los ejemplos anteriormente presentados se refieren a congestión de red en el enlace descendente. Es decir, la congestión de red mientras se transfiere un fichero de datos de la fuente 104 de datos (véase la Figura 1) acoplado a la red 106 y se descarga mediante el enlace descendente al dispositivo 108 de comunicación inalámbrica. Sin embargo, los principios descritos en el presente documento son igualmente aplicables al enlace ascendente. Es decir, el dispositivo 108 de comunicación inalámbrica puede desear cargar un fichero, tal como un vídeo o fichero multimedia, a la red 102 mediante la RAN 110. La metodología general descrita en el presente documento es aplicable tanto al enlace descendente como al enlace ascendente. El desafío añadido con el enlace ascendente es que la medición de la calidad del enlace 112 de comunicación inalámbrica es más directa puesto que el dispositivo 108 de comunicación inalámbrica no puede determinar directamente la calidad de la señal de radio recibida por la estación base (por ejemplo, la estación 120 base en la Figura 2). Sin embargo, hay procedimientos indirectos que pueden usarse para determinar la calidad del enlace 112 de comunicación inalámbrica. Por ejemplo, la potencia de transmisión y/o el MCS que la estación 120 base ordena al dispositivo 108 de comunicación inalámbrica a usar son indicadores de la calidad del enlace 112 de comunicación inalámbrica. Una potencia de transmisión superior en el enlace ascendente o un MCS más robusto tiende a indicar una calidad inferior para el enlace 112 de comunicación inalámbrica. Por lo tanto, el enlace 112 de comunicación inalámbrica tendría una capacidad de rendimiento de datos inferior. Adicionalmente, la estación 120 base puede estar configurada para transmitir un indicador de calidad de señal de vuelta al dispositivo 108 de comunicación inalámbrica para su determinación y distinción entre problemas de congestión frente a calidad de cobertura de radio. Adicionalmente, desde un punto de vista particular, el dispositivo 108 de comunicación inalámbrica puede configurarse para suponer que los canales de enlace ascendente y enlace descendente son aproximadamente simétricos en calidad y simplemente usan los valores de calidad de enlace descendente para el enlace 112 de comunicación inalámbrica como la indicación de calidad de enlace ascendente. El dispositivo 108 de comunicación inalámbrica puede construir una tabla de enlace ascendente que indica la calidad del enlace ascendente del enlace 112 de comunicación inalámbrica frente a rendimiento de datos esperado de una manera similar a la analizada anteriormente con respecto a los ejemplos de la calidad de enlace descendente. Los expertos en la materia apreciarán que en el caso de enlace ascendente, los puntos terminales de los términos "servidor" y "cliente" esencialmente están invertidos. En este ejemplo, es el dispositivo 108 de comunicación inalámbrica el que tendría que regular de vuelta su tasa de datos en la presencia de congestión mientras que en el enlace descendente ejemplo, es la fuente 104 de datos (véase la Figura 1) la que regula su tasa de entrega de datos para evitar la congestión.

Por lo tanto, el sistema 100 proporciona una técnica útil para distinguir entre tasas de transferencia de datos bajas provocadas por calidad pobre del enlace 112 de comunicación inalámbrica (véase la Figura 1) frente a congestión de red. La red únicamente necesita ralentizar la tasa de transferencia de datos si existe congestión de red. El sistema permite que cada dispositivo de comunicación inalámbrica detecte de manera autónoma la capacidad de canal pico y rellene de manera iterativa una tabla de datos que puede ser única para el dispositivo de comunicación inalámbrica, la estación base, sector de estación base o similares.

Las realizaciones anteriormente descritas representan diferentes componentes contenidos en, o conectados con, diferentes otros componentes. Se ha de entender que tales arquitecturas representadas son meramente ejemplares, y que de hecho pueden implementarse muchas otras arquitecturas que consiguen la misma funcionalidad. En un sentido conceptual, cualquier disposición de componentes para conseguir la misma funcionalidad está "asociada" de manera eficaz de manera que se consigue la funcionalidad deseada. Por lo tanto, cualesquiera dos componentes en el presente documento combinados para conseguir una funcionalidad particular pueden observarse como "asociados" entre sí de manera que se consigue la funcionalidad deseada, independientemente de arquitecturas o componentes intermedios. Análogamente, cualesquiera dos componentes así asociados pueden observarse también como que están "operativamente conectados", u "operativamente acoplados", entre sí para conseguir la funcionalidad deseada.

Aunque se han mostrado y descrito realizaciones particulares de la presente invención, será evidente para los expertos en la materia que, basándose en las enseñanzas en el presente documento, pueden realizarse cambios y modificaciones sin alejarse de la presente invención y sus aspectos más amplios y, por lo tanto, las reivindicaciones

adjuntas han abarcar dentro de su alcance todos tales cambios y modificaciones como que están dentro del espíritu verdadero y alcance de la presente invención. Adicionalmente, se ha de entender que la invención se define solamente por las reivindicaciones adjuntas. Se entenderá por los expertos en la materia que, en general, los términos usados en el presente documento, y especialmente en las reivindicaciones adjuntas (por ejemplo, cuerpos de las reivindicaciones adjuntas) se pretenden en general como términos "abiertos" (por ejemplo, la expresión "que incluye" debería interpretarse como "que incluye pero sin limitación", la expresión "que tiene" debería interpretarse como "que tiene al menos", el término "incluye" debería interpretarse como "incluye pero sin limitación", etc.). Se entenderá adicionalmente por los expertos en la materia que si se pretende un número específico de una indicación de reivindicación introducida, una intención de este tipo se indicará explícitamente en la reivindicación, y en ausencia de tal indicación no estará presente tal indicación. Por ejemplo, como una ayuda para entender, las siguientes reivindicaciones adjuntas pueden contener el uso de las frases introductorias "al menos uno" y "uno o más" que introducen indicaciones de reivindicación. Sin embargo, el uso de tales frases no debería interpretarse que implica que la introducción de una indicación de reivindicación por los artículos indefinidos "un" o "una" limita cualquier reivindicación particular que contiene tal indicación de reivindicación introducida a invenciones que contienen únicamente una indicación de este tipo, incluso cuando la misma reivindicación incluye las frases introductorias "una o más" o "al menos una" y los artículos indefinidos tales como "un" o "una" (por ejemplo, "un" y/o "una" deberían interpretarse típicamente para significar "al menos uno" o "uno o más"); lo mismo se cumple para el uso de artículos definidos usados para introducir indicaciones de reivindicación. Además, incluso si un número específico de una indicación de reivindicación introducida se indica explícitamente, los expertos en la materia reconocerán que tal indicación debería típicamente interpretarse que significa *al menos* el número indicado (por ejemplo, la indicación desnuda de "dos indicaciones", sin otros modificadores, típicamente significa *al menos* dos indicaciones, o *dos o más* indicaciones).

Por consiguiente, la invención no está limitada excepto por las reivindicaciones adjuntas.

Referencias

- 25 3rd Generation Partnership Project. (2006). TS 25.814 Physical layer aspects for Evolved Universal Terrestrial Radio Access.
- 3rd Generation Partnership Project. (03-2001). TS 25.848 Physical Layer Aspects of UTRA High Speed Downlink Packet Access.
- Craigen, A. (2007). The role and impact of user equipment in HSxPA networks. Icera Inc.
- 30 Holma, H. y Toskala, A. (2006). HSDA/HSUPA for UMTS: High Speed Radio Acces for Mobile Communications. John Wiley y Sons, Ltd.
- Holma, H. y Toskala, A. (2009). LTE for UMTS - OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access. John Wiley & Sons.
- Hwang, J., Refaei, M. T., Choi, H.-A., Kim, J.-H., Sohn, J. y Choi, H. I. Policy-Based QoS-Aware Packet Scheduling for CDMA 1x Ev-DO.
- 35 Mogensen, P., Na, W., Kovacs, I. Z., Frederiksen, F., Pokhariyal, A., Pedersen, K. I., y col. (2007). LTE Capacity compared to the Shannon Bound. Dublín: IEEE Vehicular Technology Conference, 2007.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de descubrimiento autónomo de capacidad de canal pico en una red de comunicación inalámbrica, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:

5 recibir una señal de radio transmitida por una estación (120, 122) base en una red (110) de comunicación en un terminal (108) móvil en dicha red (110) de comunicación; y
determinar una métrica de señal de RF de la señal de radio recibida por el terminal (108) móvil que cuantifica la calidad de dicha señal de radio; estando dicho procedimiento **caracterizado por** las etapas adicionales de:

10 determinar una capacidad de rendimiento de datos asociada con la señal de radio recibida por el terminal (108) móvil;

10 determinar una capacidad de rendimiento de datos pico esperada para el terminal (108) móvil basándose en la métrica de la señal de la señal de radio recibida de la estación (120, 122) base examinando un almacenamiento de datos que proporciona asociaciones entre valores de dicha métrica de señal de RF y capacidad de rendimiento de datos pico, resultando dichas asociaciones de mediciones de la métrica de señal de RF, y correspondientes estimaciones de capacidades de rendimiento de datos pico previamente realizadas por el terminal (108) móvil; y

15 detectar la congestión en la red (110) de comunicación si la capacidad de rendimiento de datos es menor que la capacidad de rendimiento de datos pico esperada,

20 en el que la capacidad de rendimiento de datos pico esperada es un rendimiento de datos que el terminal (108) móvil espera conseguir en comunicación con la estación (120, 122) base basándose en la métrica de señal de RF de la señal de radio recibida por el terminal (108) móvil de la estación (120, 122) base.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la capacidad de rendimiento de datos pico está asociada con una calidad de señal de canal de radio entre la estación (120, 122) base y el terminal (108) móvil.

25 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la señal de radio transmitida por la estación (120, 122) base está basada en un fichero de datos que se transmite al terminal (108) móvil por una fuente (104) de datos mediante la estación (120, 122) base, estando localizada la fuente de datos remotamente de la estación (120, 122) base y transmitiendo el fichero de datos a una tasa de transferencia.

4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que la congestión detectada en la red (110) de comunicación se determina que es un enlace entre la fuente (104) de datos y la estación (120, 122) base si la capacidad de rendimiento de datos es menor que la capacidad de rendimiento de datos pico esperada.

30 5. El procedimiento de la reivindicación 3, que comprende adicionalmente la etapa de:
enviar un comando a la fuente (104) de datos para ralentizar la tasa de transferencia del fichero de datos si la capacidad de rendimiento de datos es menor que la capacidad de rendimiento de datos pico esperada.

35 6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que el comando se envía a la fuente (104) de datos únicamente si la capacidad de rendimiento de datos es menor que la capacidad de rendimiento de datos pico esperada para un umbral de duración de tiempo.

7. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que el comando se envía a la fuente (104) de datos únicamente si la capacidad de rendimiento de datos es menor que la capacidad de rendimiento de datos pico esperada por un valor umbral.

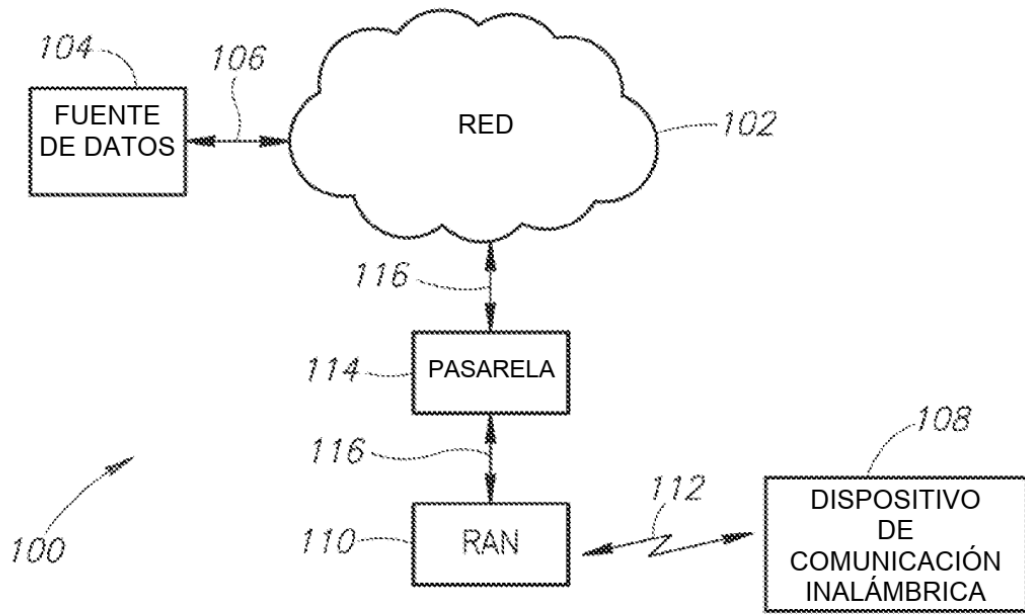


FIG.1

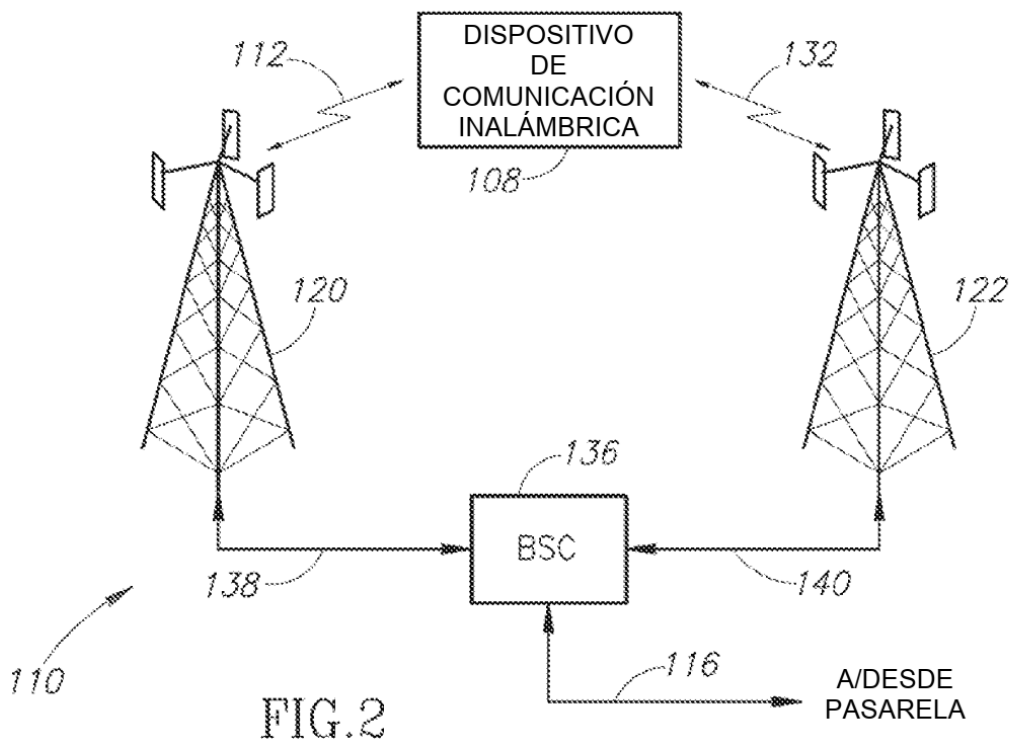


FIG.2

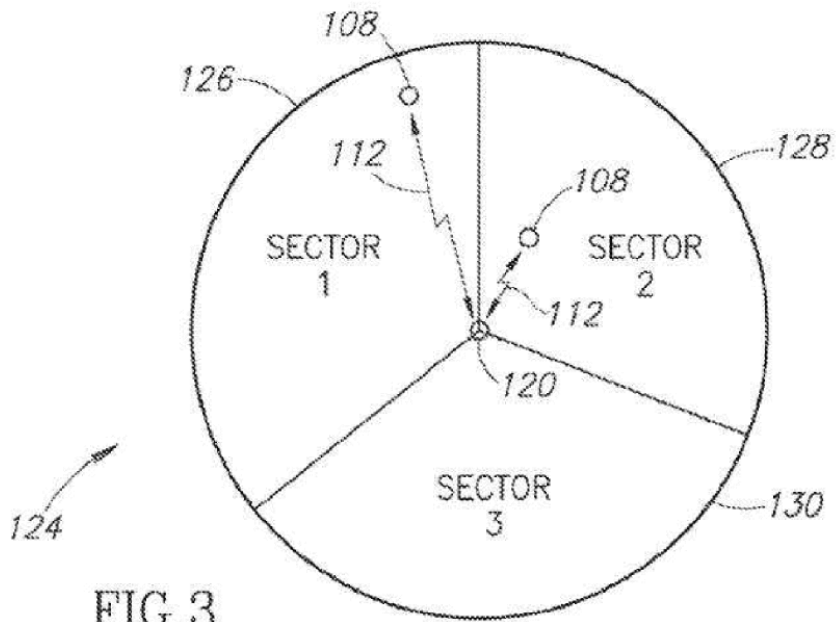


FIG.3

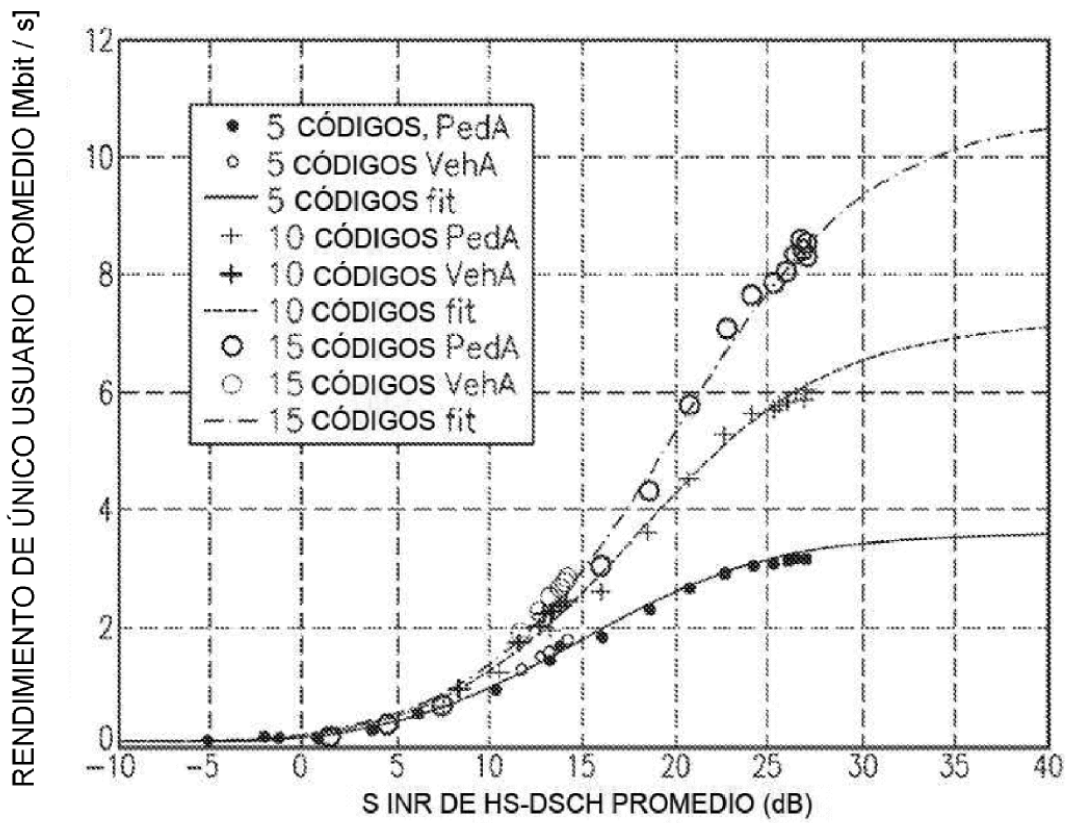


FIG.4

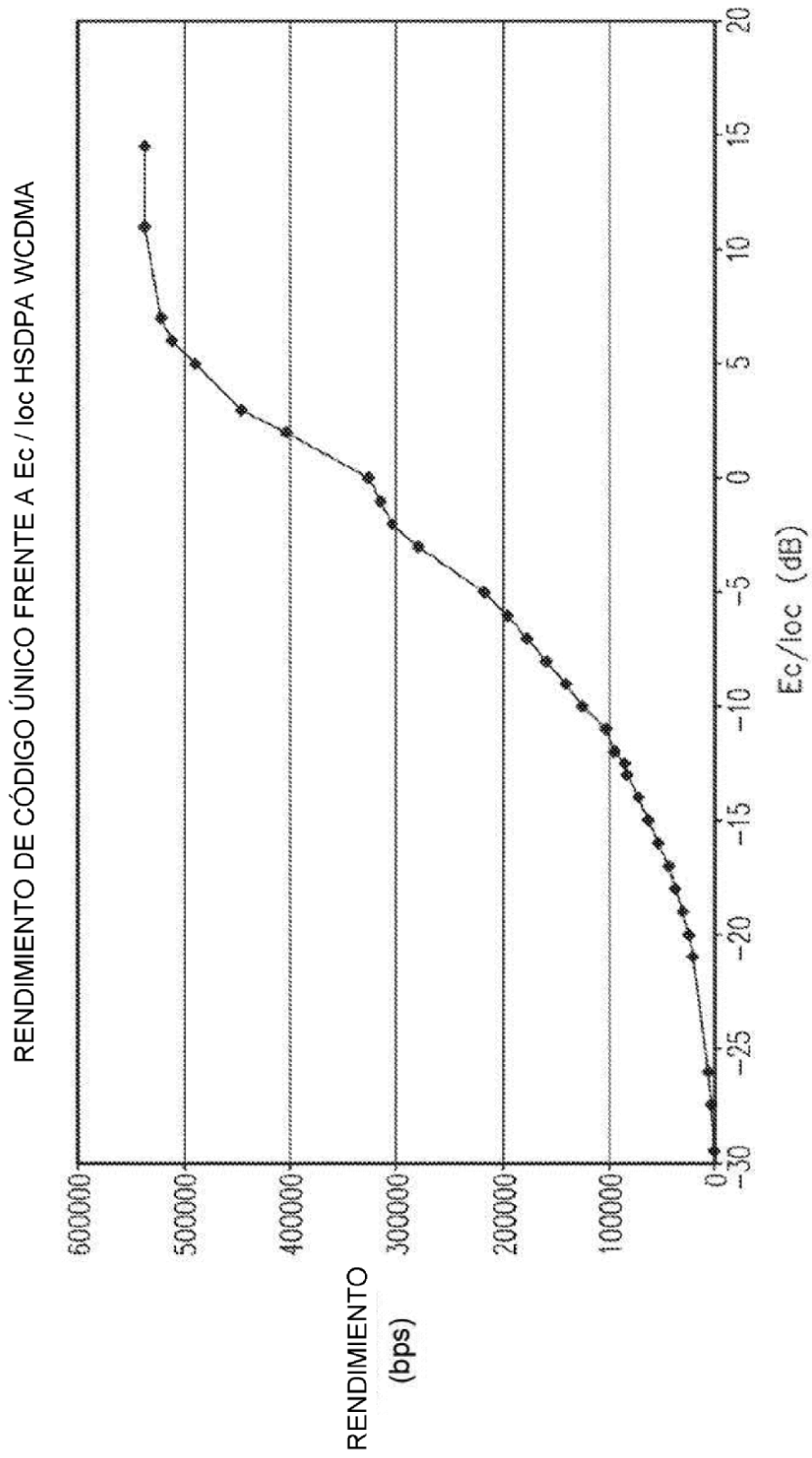


FIG.5

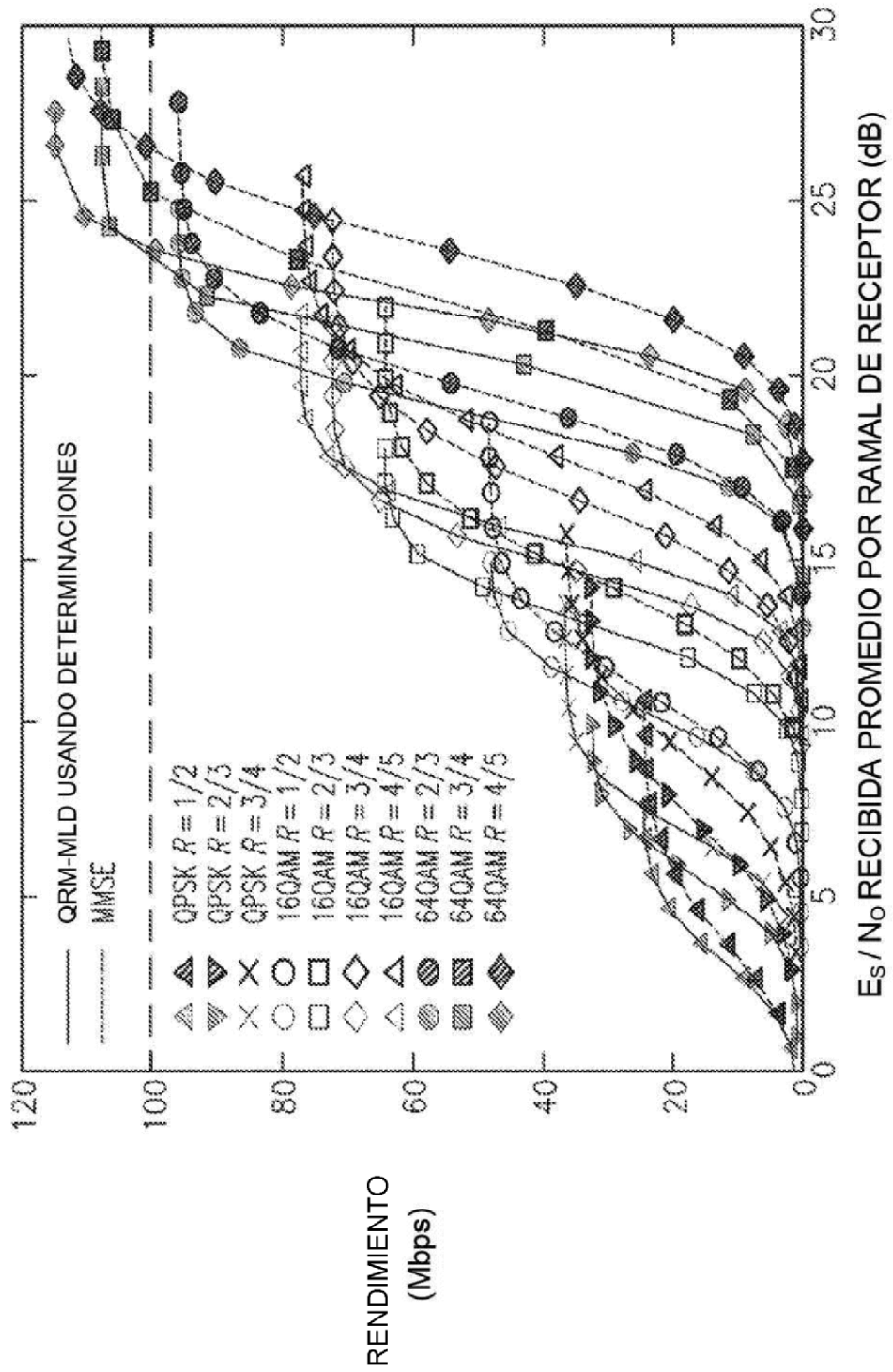


FIG.6

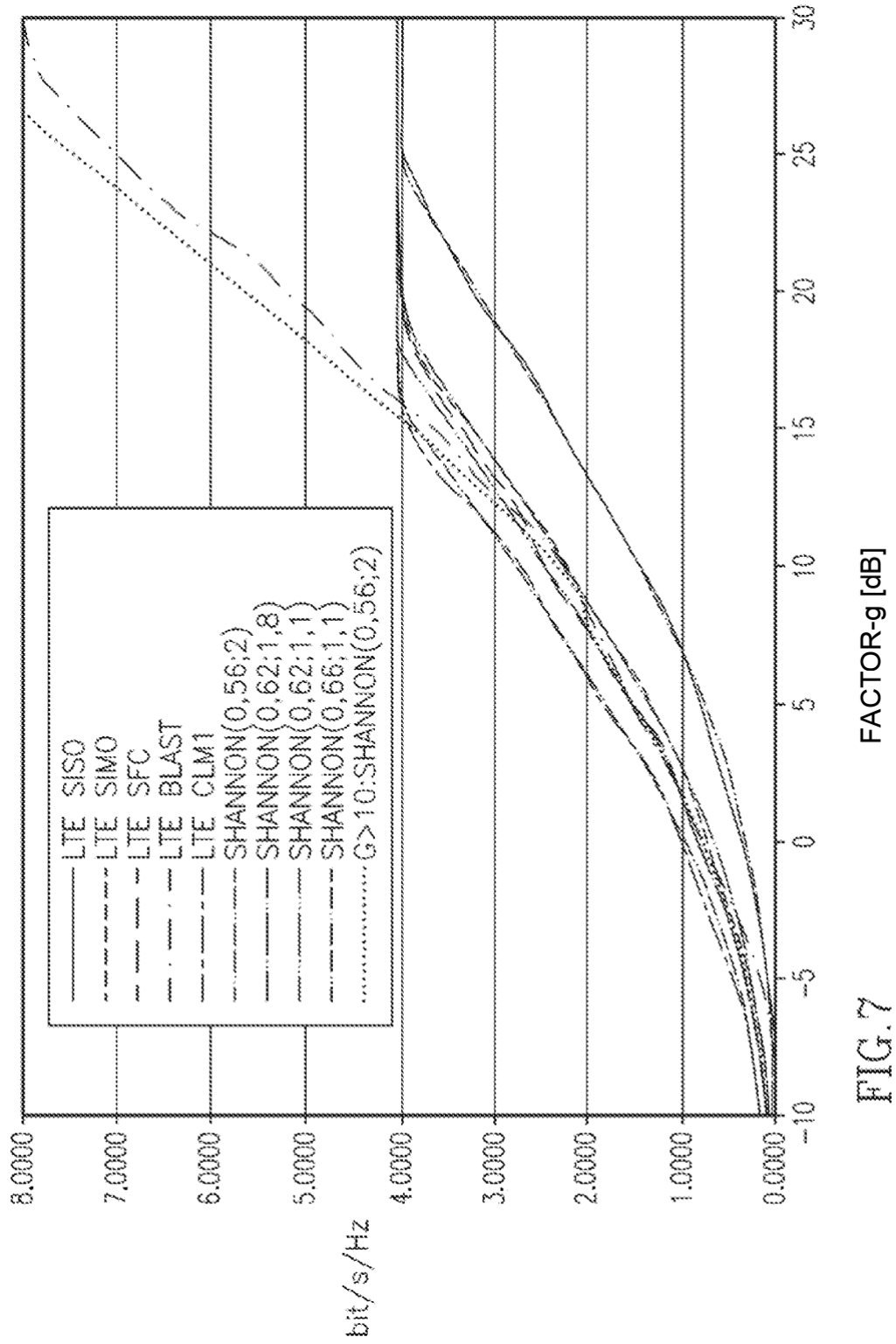


FIG. 7

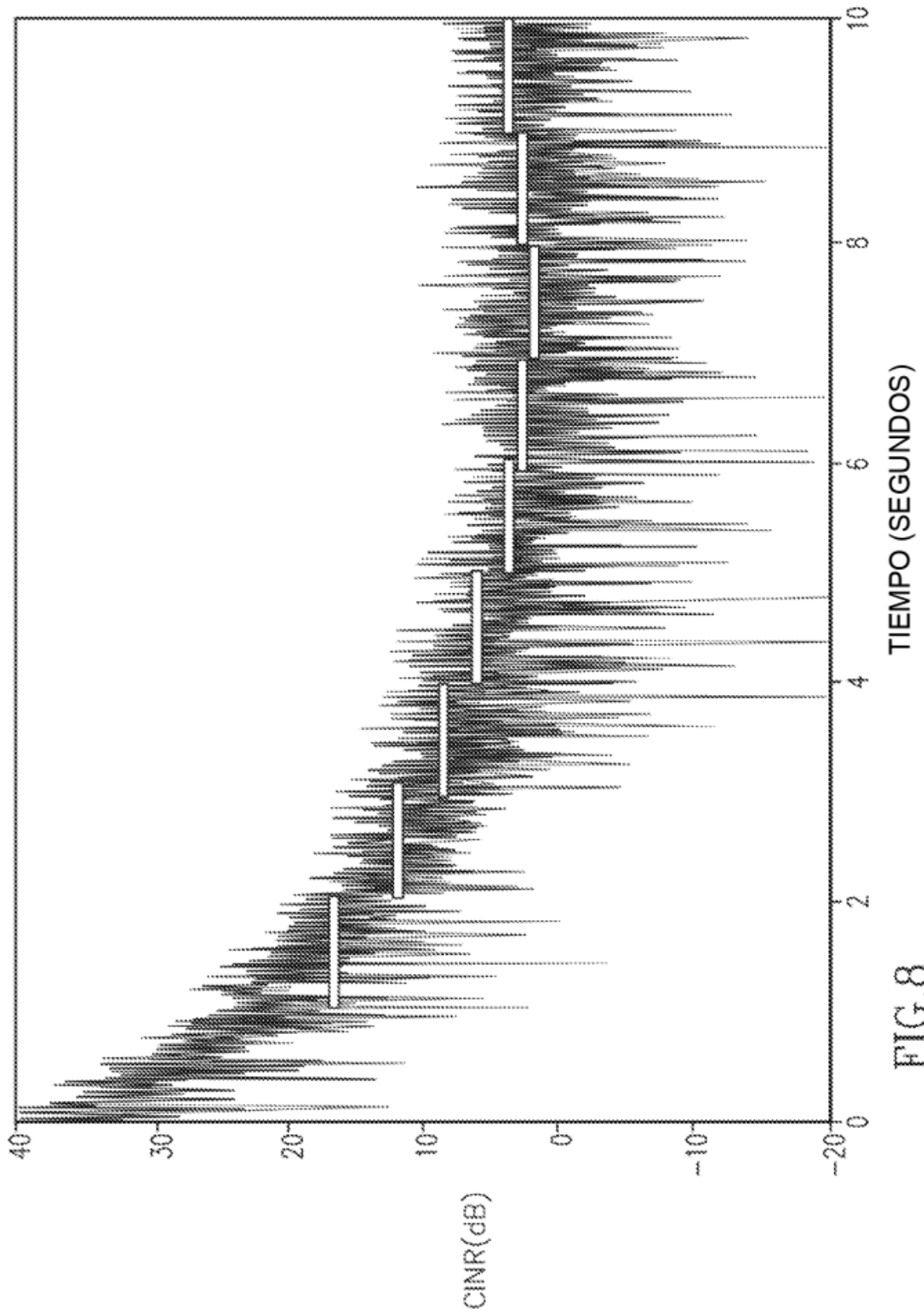


FIG.8

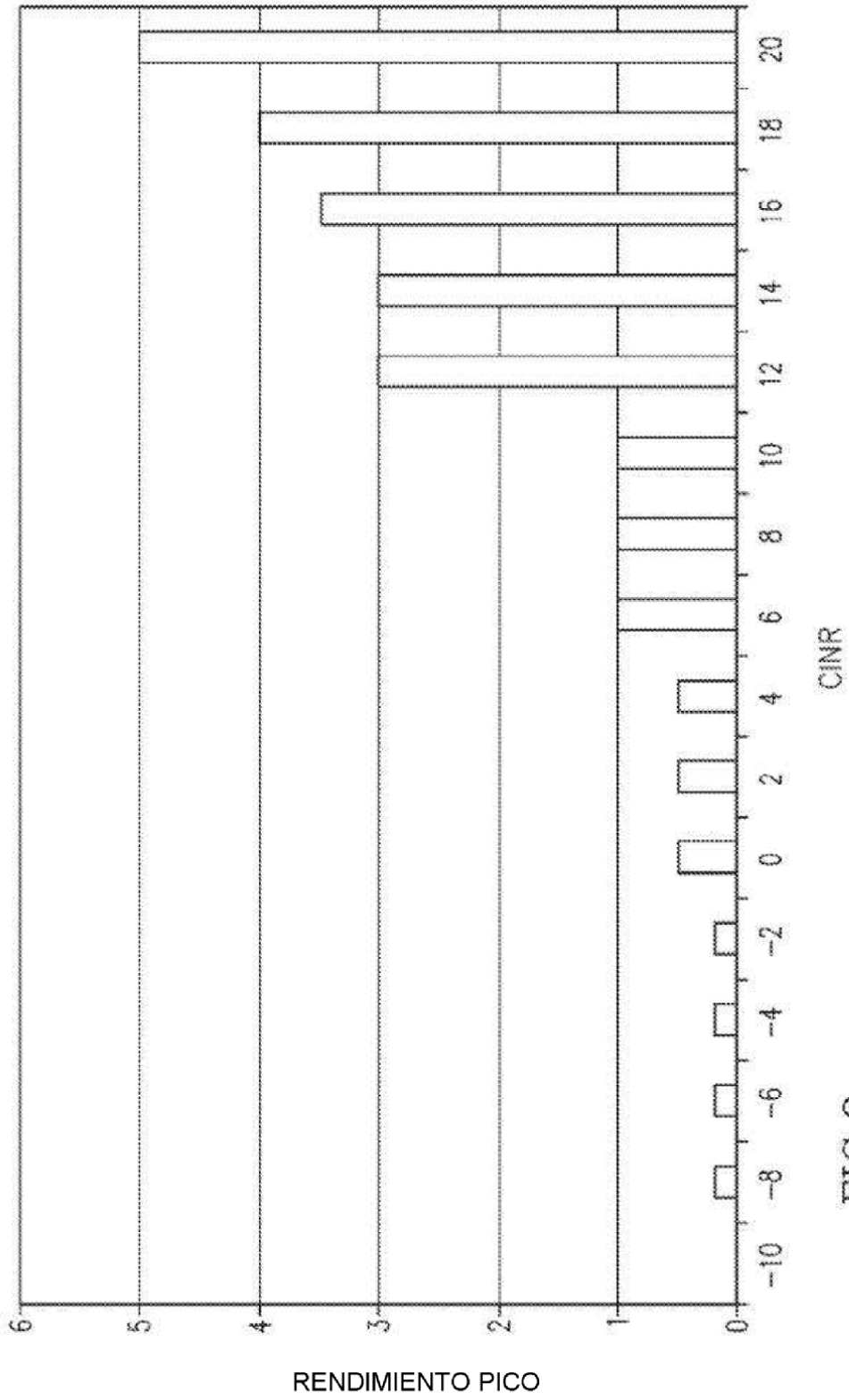


FIG.9

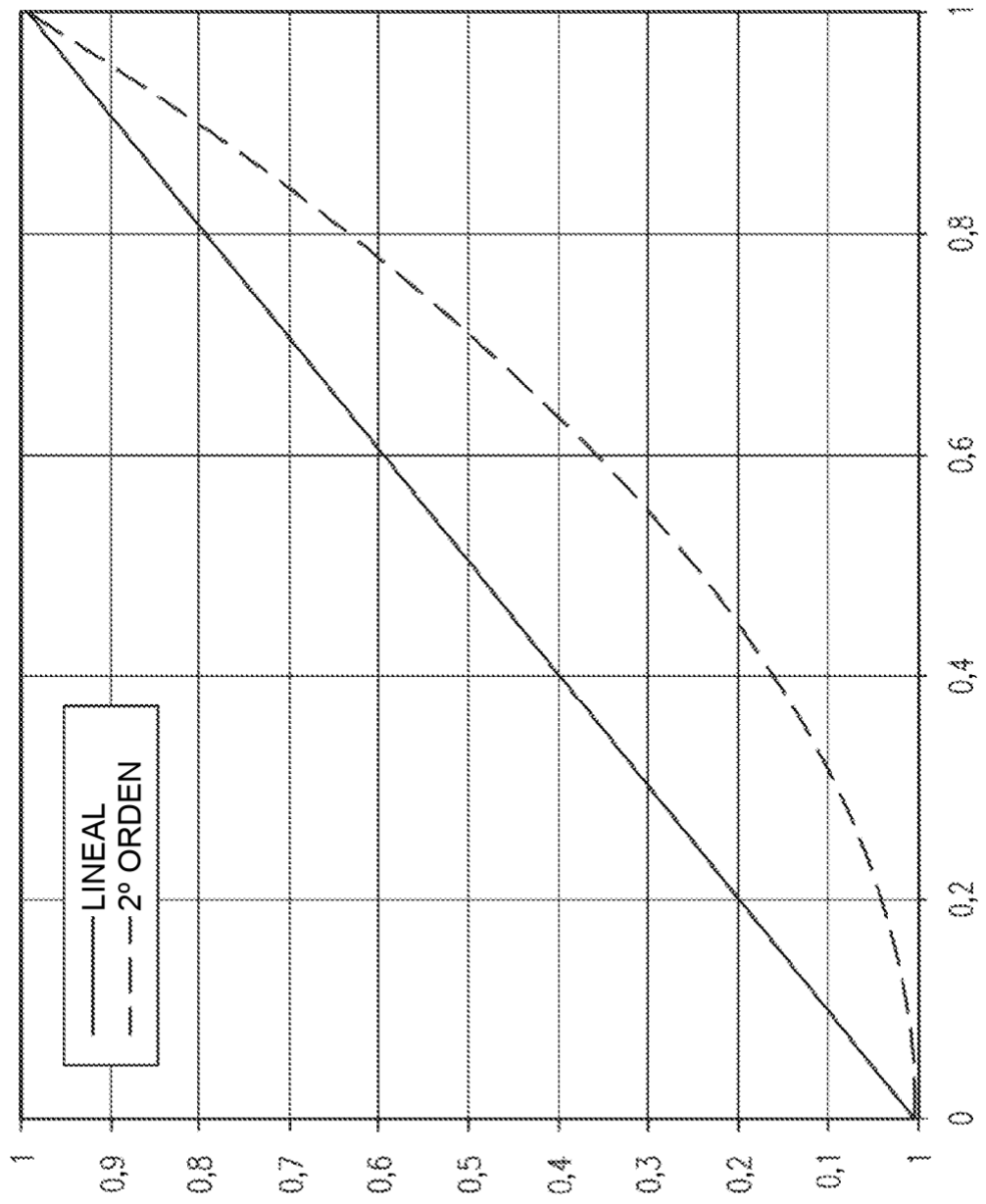


FIG.10

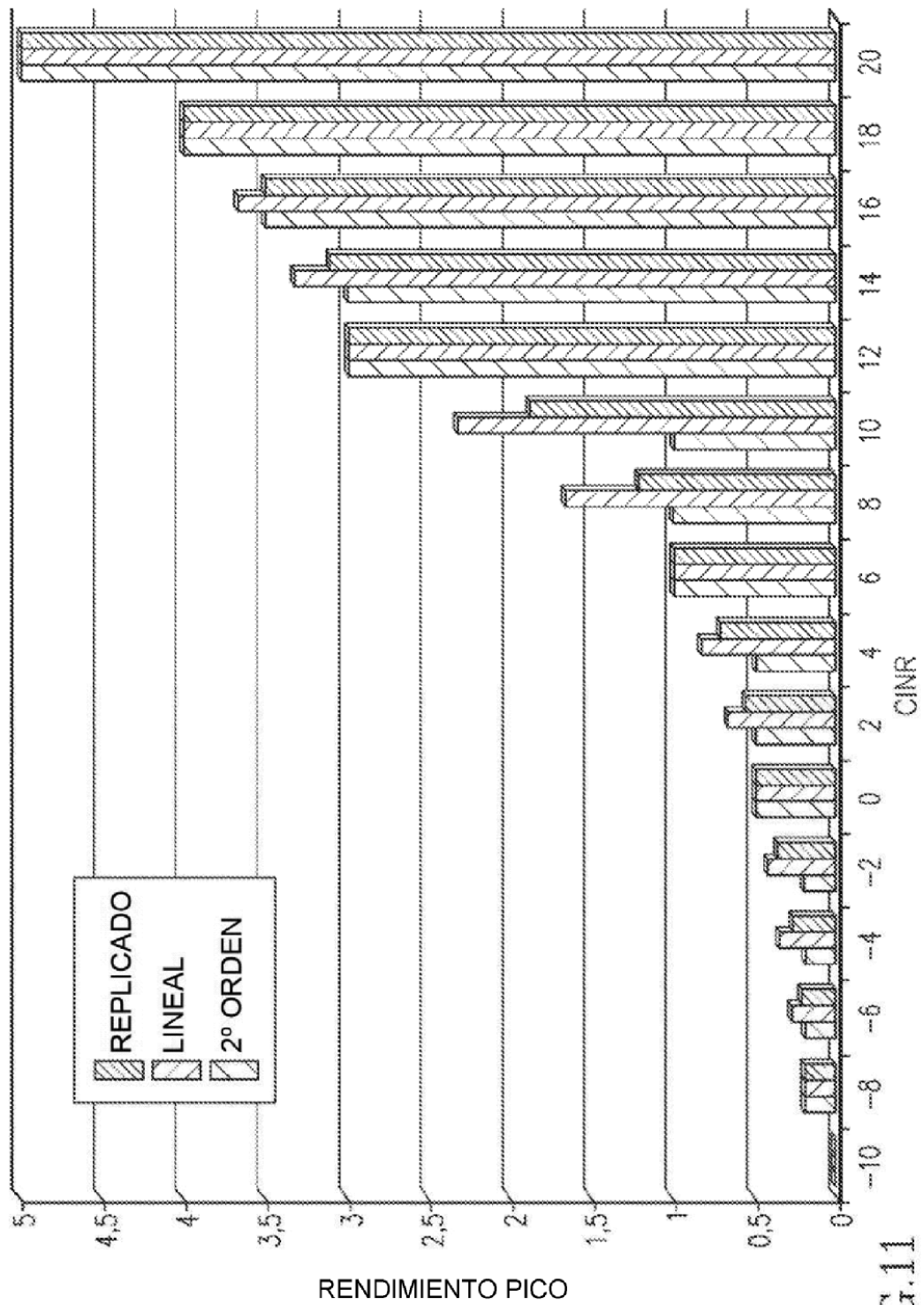


FIG.11