

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 642 587**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 1/20 (2006.01)

H04B 7/005 (2006.01)

H04W 52/00 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.06.2005 PCT/US2005/020087**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.07.2017 WO06007317**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.06.2005 E 05758666 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017 EP 1766829**

54 Título: **Detección robusta de borrado y control de potencia de bucle cerrado basado en tasa de borrado**

30 Prioridad:

18.06.2004 US 580819 P
13.07.2004 US 890717

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.11.2017

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 MOREHOUSE DRIVE
SAN DIEGO, CALIFORNIA 92121, US

72 Inventor/es:

SUTIVONG, ARAK;
AVNEESH, AGRAWAL y
JULIAN, DAVID, JONATHAN

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 642 587 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

Detección robusta de borrado y control de potencia de bucle cerrado basado en tasa de borrado

Reivindicación de prioridad en virtud del artículo 35 U.S.C. §119

[0001] La presente Solicitud de Patente reivindica la prioridad de la Solicitud Provisional N.º 60/580 819, titulada "Algoritmo de Control de Potencia de enlace Inverso", presentada el 18 de junio de 2004 y cedida al cesionario de la presente solicitud.

ANTECEDENTES**I. Campo**

[0002] La presente invención se refiere en general a comunicaciones de datos, y más específicamente a técnicas para la realización de detección de borrado y control de potencia en un sistema de comunicación inalámbrica.

II. Antecedentes

[0003] Un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple puede soportar simultáneamente comunicaciones para múltiples terminales inalámbricos. Cada terminal se comunica con una o más estaciones base a través de transmisiones en los enlaces directo e inverso. El enlace directo (o enlace descendente) se refiere al enlace de comunicación desde las estaciones base hasta los terminales y el enlace inverso (o enlace ascendente) se refiere al enlace de comunicación desde los terminales hasta las estaciones base.

[0004] Múltiples terminales pueden transmitir simultáneamente por el enlace inverso por multiplexación sus transmisiones para que sean ortogonales entre sí. La multiplexación intenta conseguir la ortogonalidad entre las múltiples transmisiones de enlace inverso en tiempo, frecuencia y/ o dominio de código. Si se logra una ortogonalidad completa, la transmisión de cada terminal no interfiere con las transmisiones de otros terminales en una estación base receptora. Sin embargo, la ortogonalidad completa entre las transmisiones de diferentes terminales a menudo no se realiza debido a las condiciones del canal, las imperfecciones del receptor, etc. La pérdida de ortogonalidad da lugar a que cada terminal cause algunas interferencias a otros terminales. El rendimiento de cada terminal a continuación se degrada por la interferencia de todos los demás terminales.

[0005] En el enlace inverso, un mecanismo de control de potencia puede usarse para controlar la potencia de transmisión de cada terminal con el fin de asegurar un buen rendimiento para todos los terminales. Este mecanismo de control de potencia se implementa normalmente con dos bucles de control de potencia, que a menudo se denominan bucle "interno" y bucle "externo". El bucle interior ajusta la potencia de transmisión de un terminal de tal manera que su calidad de señal recibida (SNR), medida en una estación base receptora, se mantiene en una SNR objetivo. El bucle exterior ajusta la SNR objetivo para mantener una tasa de error de bloque (BLER) o tasa de error de paquete (PER) deseada.

[0006] El mecanismo de control de potencia convencional ajusta la potencia de transmisión de cada terminal de tal manera que se alcance la tasa de error de bloque / paquete deseado para la transmisión de enlace inverso desde el terminal. Un código de detección de errores, tal como un código de comprobación de redundancia cíclica (CRC), se usa típicamente para determinar si cada bloque / paquete de datos recibido se descodifica correctamente o erróneamente. La SNR objetivo se ajusta entonces en función del resultado de la descodificación de detección de errores. Sin embargo, no se puede utilizar un código de detección de errores para algunas transmisiones, por ejemplo, si la sobrecarga del código de detección de errores se considera excesiva. Un mecanismo de control de potencia convencional que se basa en un código de detección de errores no se puede utilizar directamente para estas transmisiones. A partir del documento US 6 208 699 se conocen las técnicas B1 para detectar tramas de velocidad cero. Para cada trama recibida, se calcula una métrica de calidad y se compara con un valor de umbral ajustable. La métrica de calidad se utiliza para indicar que la trama recibida se recibe erróneamente o no se transmite en absoluto. El documento US 6 012 160 A se refiere a la mejora de un procedimiento y aparato para la detección de errores en la transmisión de bits de datos digitales por canales ruidosos. Con este fin, los datos digitales a transmitir se dividen en dos grupos diferentes que están codificados con diferentes niveles de redundancia. Para ambos grupos se calcula una métrica de descodificación acumulativa para evaluar si la descodificación será aceptada o rechazada basándose en un valor de umbral de aceptación.

[0007] Todavía hay una necesidad en la técnica de técnicas mejoradas para ajustar adecuadamente la potencia de transmisión para una transmisión cuando no se utiliza la codificación de detección de errores.

RESUMEN

[0008] Las técnicas para realización de detección de borrado y control de potencia para una transmisión en un canal "físico" (por ejemplo, un canal de control o un canal de datos) que no emplean codificación de detección de errores se describen en el presente documento. Los datos se transmiten como "palabras de código" en el canal físico, donde

cada palabra de código puede ser un bloque de datos codificados o no codificados.

[0009] Para la detección de borrado, una entidad de transmisión (por ejemplo, un terminal inalámbrico) transmite las palabras de código en el canal físico y a través de un canal inalámbrico a una entidad de recepción (por ejemplo, una estación base). La estación base calcula una métrica para cada palabra de código recibida, como se describe a continuación, y compara la métrica calculada con un umbral de borrado. La estación base declara cada palabra de código recibida como una palabra de código "borrada" o una palabra de código "no borrada" basándose en el resultado de la comparación. La estación base ajusta dinámicamente el umbral de borrado para alcanzar un nivel de rendimiento objetivo que puede cuantificarse mediante una tasa de error condicional objetivo que indica la probabilidad de que una palabra de código recibida se descodifique erróneamente cuando se declara que es una palabra de código no borrada. El umbral de borrado puede ser ajustado basándose en las palabras de código conocidas recibidas, que son palabras de código recibidas para palabras de código conocidas transmitidas por terminales en comunicación con la estación base, como se describe a continuación. El umbral de borrado ajustable puede proporcionar un rendimiento de detección de borrado robusto en diversas condiciones de canal.

[0010] Un mecanismo de control de potencia con tres bucles (un bucle interior, un bucle exterior, y un tercer bucle) se puede utilizar para controlar la potencia de transmisión para el canal físico. El bucle interior ajusta la potencia de transmisión para el canal físico para mantener la SNR recibida en o cerca de una SNR objetivo. El bucle exterior ajusta la SNR objetivo basándose en el estado de las palabras de código recibidas (borradas o no borradas) para lograr una tasa de borrado objetivo, que es la probabilidad de declarar una palabra de código recibida como una palabra de código borrada. El tercer bucle ajusta el umbral de borrado basándose en el estado de las palabras de código conocidas recibidas ("bueno", "malo" o borrado) para alcanzar la tasa de error condicional objetivo. La tasa de borrado objetivo y la tasa de error condicional objetivo son dos medidas de rendimiento para el canal físico.

[0011] A continuación se describen en más detalle diversos aspectos y modos de realización de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0012] Las características y la naturaleza de la presente invención resultarán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación cuando se toma junto con los dibujos, en los que los mismos caracteres de referencia identifican los mismos componentes, y en los que:

La FIG. 1 muestra un sistema de comunicación de acceso múltiple inalámbrico;

La FIG. 2 muestra un mecanismo de control de potencia con tres bucles;

Las FIGs. 3A y 3B muestran un proceso para actualizar los bucles segundo y tercero para el mecanismo de control de potencia mostrado en la FIG. 2;

La FIG. 4 muestra datos y canales de control para un esquema de transmisión de datos; y

La FIG. 5 muestra un diagrama de bloques de una estación base y un terminal.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0013] La expresión "a modo de ejemplo" se usa en el presente documento para significar "que sirve como ejemplo, instancia o ilustración". No debe considerarse necesariamente que cualquier modo de realización o diseño descritos en el presente documento como "a modo de ejemplo" son preferidos o ventajosos con respecto a otros modos de realización o diseños.

[0014] La FIG. 1 muestra un sistema de comunicación de acceso múltiple inalámbrico 100. Un sistema 100 incluye varias estaciones base 110 que soportan comunicación para varios terminales inalámbricos 120. Una estación base es una estación fija utilizada para la comunicación con los terminales y también puede denominarse punto de acceso, nodo B, o alguna otra terminología. Los terminales 120 están típicamente esparcidos por todo el sistema, y cada terminal puede ser fijo o móvil. Un terminal también puede denominarse estación móvil, equipo de usuario, dispositivo de comunicación inalámbrica o alguna otra terminología. Cada terminal puede comunicarse con una o más estaciones base en los enlaces directo e inverso en cualquier momento dado. Esto depende de si el terminal está activo, si se soporta transferencia suave y si el terminal está en transferencia suave. Para simplificar, la FIG. 1 solo muestra transmisiones en el enlace inverso. Un controlador de sistema 130 se acopla a estaciones base 110, proporciona coordinación y control para estas estaciones base y controla además el envío de datos para los terminales servidos por estas estaciones base.

[0015] Las técnicas de detección de borrado y control de potencia descritas en el presente documento pueden usarse para diversos sistemas de comunicación inalámbrica. Por ejemplo, estas técnicas pueden utilizarse para un sistema de acceso múltiple por división de código (CDMA), un sistema de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), un sistema de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), un sistema de acceso múltiple por

división de frecuencia ortogonal (OFDMA), etc. Un sistema CDMA utiliza multiplexación por división de código y las transmisiones para diferentes terminales se ortogonalizan utilizando códigos ortogonales diferentes (por ejemplo, Walsh) para el enlace directo. Los terminales utilizan diferentes secuencias de números pseudoaleatorios (PN) para el enlace inverso en CDMA y no son completamente ortogonales entre sí. Un sistema TDMA utiliza multiplexación por división de tiempo, y las transmisiones para diferentes terminales se ortogonalizan transmitiendo en diferentes intervalos de tiempo. Un sistema FDMA utiliza multiplexación por división de frecuencia, y las transmisiones para diferentes terminales se ortogonalizan transmitiéndolas en diferentes subbandas de frecuencia. Un sistema OFDMA utiliza multiplexación de división de frecuencia ortogonal (OFDM), que efectivamente divide el ancho de banda del sistema global en un número de subbandas de frecuencia ortogonal. Estas subbandas también se denominan comúnmente tonos, subportadoras, compartimientos y canales de frecuencia. Un sistema OFDMA puede utilizar varios esquemas de multiplexación ortogonal y puede emplear cualquier combinación de tiempo, frecuencia y/ o multiplexación por división de código.

[0016] Las técnicas descritas en el presente documento pueden usarse para diversos tipos de canales "físicos" que no emplean error de codificación de detección. Los canales físicos también pueden denominarse canales de código, canales de transporte o alguna otra terminología. Los canales físicos incluyen típicamente canales de "datos" utilizados para enviar datos de tráfico / paquetes y canales de "control" usados para enviar datos de sobrecarga / control. Un sistema puede emplear diferentes canales de control para enviar diferentes tipos de información de control. Por ejemplo, un sistema puede utilizar (1) un canal CQI para enviar indicadores de calidad de canal (CQI) indicativos de la calidad de un canal inalámbrico, (2) un canal ACK para enviar confirmaciones (ACK) para una retransmisión automática híbrida (H- ARQ), (3) un canal REQ para enviar solicitudes de transmisión de datos, etc. Los canales físicos pueden o no emplear otros tipos de codificación, aunque no se utilice codificación de detección de errores. Por ejemplo, un canal físico tal vez no emplee ninguna codificación, y los datos se envían "en claro" en el canal físico. Un canal físico puede también emplear codificación de bloques de manera que cada bloque de datos se codifica para obtener un bloque correspondiente de datos codificados, que se envía entonces en el canal físico. Las técnicas descritas en el presente documento pueden usarse para cualquiera y todos estos diferentes canales físicos (datos y control).

[0017] Para mayor claridad, las técnicas de detección de borrado y control de potencia se describen específicamente a continuación para un canal de control a modo de ejemplo utilizado para el enlace inverso. Las transmisiones de diferentes terminales en este canal de control pueden multiplexarse ortogonalmente en frecuencia, tiempo y/ o espacio de código. Con la ortogonalidad completa, no se observa interferencia por cada terminal en el canal de control. Sin embargo, en presencia de atenuación selectiva en frecuencia (o variación en la respuesta de frecuencia a través del ancho de banda del sistema) y Doppler (debido al movimiento), las transmisiones de diferentes terminales pueden no ser ortogonales entre sí en una estación base receptora.

[0018] Los datos se envían en bloques en el canal de control a modo de ejemplo, con cada bloque conteniendo un número predeterminado de (L) bits de datos. Cada bloque de datos se codifica con un código de bloque para obtener una palabra de código o un bloque de datos codificado correspondiente. Puesto que cada bloque de datos contiene L bits, hay 2^L posibles bloques de datos diferentes que se asignan a 2^L palabras de código posibles en un libro de códigos, una palabra de código para cada bloque de datos diferente. Los terminales transmiten palabras de código para los bloques de datos en el canal de control.

[0019] Una estación base recibe las palabras de código transmitidas en el canal de control por diferentes terminales. La estación base realiza la descodificación de bloques complementaria en cada palabra de código recibida para obtener un bloque de datos descodificado, que es un bloque de datos que se considera más probable que haya sido transmitido para la palabra de código recibida. La descodificación de bloques puede realizarse de diversas formas. Por ejemplo, la estación base puede calcular una distancia euclidiana entre la palabra de código recibida y cada una de las 2^L palabras de código válidas posibles en el libro de códigos. En general, la distancia euclidiana entre la palabra de código recibida y una palabra de código válida dada es más corta cuanto más cercana está la palabra de código recibida a la palabra de código válida, y más larga cuanto más lejos está la palabra de código recibida de la palabra de código válida. El bloque de datos correspondiente a la palabra de código válida con la distancia euclidiana más corta a la palabra de código recibida se proporciona como el bloque de datos descodificado para la palabra de código recibida.

[0020] A modo de ejemplo, los L bits de datos para un bloque de datos pueden asignarse a palabra de código que contiene K símbolos de modulación para un esquema de modulación particular (por ejemplo, BPSK, QPSK, M-PSK, M-QAM, etc.). Cada palabra de código válida está asociada con un conjunto diferente de K símbolos de modulación, y los 2^L conjuntos de símbolos de modulación para las 2^L palabras de código válidas posibles pueden seleccionarse para estar tan separados (a una distancia euclidiana) entre sí como sea posible. Una palabra de código recibida contendría entonces K símbolos recibidos, donde cada símbolo recibido es una versión ruidosa de un símbolo de modulación transmitido. La distancia euclidiana entre la palabra de código recibida y una palabra de código válida dada se puede calcular como:

$$d_i(k) = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K (\hat{s}_k(j) - s_i(j))^2, \quad \text{Eq (1)}$$

donde $\hat{s}_k(j)$ es el j -ésimo símbolo recibido para la palabra de código recibida k ;

5 $s_i(j)$ es el j -ésimo símbolo de modulación para la palabra de código válida i ; y

$d_i(k)$ es la distancia euclidiana entre la palabra de código recibida k y la palabra de código válida i .

10 **[0021]** La ecuación (1) calcula la distancia euclidiana como el error cuadrático medio entre los K símbolos recibidos para la palabra de código recibida y los K símbolos de modulación para la palabra de código válida. El bloque de datos correspondiente a la palabra de código válida con el menor $d_i(k)$ se proporciona como el bloque de datos descodificados para la palabra de código recibida.

15 **[0022]** Sin un código de detección de errores, no hay manera directa de determinar si la descodificación de bloques de una palabra de código recibida dada es correcta o errónea, y que el bloque de datos descodificado es de hecho el bloque de datos transmitido. Se puede definir y utilizar una métrica para proporcionar una indicación de la confianza en el resultado de la descodificación. En este modo de realización, una métrica puede definirse de la forma siguiente:

$$m(k) = \frac{d_{n1}(k)}{d_{n2}(k)}, \quad \text{Eq (2)}$$

20 donde $d_{n1}(k)$ es la distancia euclidiana entre la palabra de código recibida k y la palabra de código válida más cercana;

25 $d_{n2}(k)$ es la distancia euclidiana entre la palabra de código recibida k y la siguiente palabra de código válida más próxima; y $m(k)$ es la métrica para la palabra de código recibida k .

30 **[0023]** Si la palabra de código recibida está mucho más cerca de la palabra de código más cercana que la siguiente palabra de código más cercana, entonces la métrica $m(k)$ es un valor pequeño y hay un alto grado de confianza de que el bloque de datos descodificado sea correcto. Por el contrario, si la palabra de código recibida tiene aproximadamente la misma distancia que la palabra de código más cercana y la siguiente palabra de código más cercana, entonces la métrica $m(k)$ se aproxima a uno, o $m(k) \rightarrow 1$, y hay menos confianza de que el bloque de datos descodificado sea correcto.

35 **[0024]** La ecuación (2) muestra una métrica a modo de ejemplo que se basa en la relación de distancias euclidianas y que se puede usar para determinar si la descodificación de bloques de una palabra de código recibida dada es correcta o errónea. También puede utilizarse otra métrica para detección de borrado y esto se encuentra dentro del alcance de la invención. En general, se puede definir una métrica basada en cualquier función de fiabilidad $f(r, C)$ donde r es una palabra de código recibida y C es un libro de códigos o colección de todas las palabras de código posibles. La función $f(r, C)$ debería ser indicativa de la calidad / fiabilidad de una palabra de código recibida y debe tener la característica adecuada (por ejemplo, monótona con la fiabilidad de detección).

40 **[0025]** Puede realizarse la detección de borrado para determinar si el resultado de descodificación para cada palabra de código recibida cumple un nivel predeterminado de confianza. La métrica $m(k)$ para una palabra de código recibida puede compararse con un umbral de borrado, TH_{borrado} , para obtener una decisión de descodificación para la palabra de código recibida, de la forma siguiente:

$$m(k) < TH_{\text{borrado}}, \quad \text{declarar una - palabra de código no borrada,}$$

$$m(k) \geq TH_{\text{borrado}}, \quad \text{declarar una palabra de código borrada.}$$

Eq (3)

50 **[0026]** Como se muestra en la ecuación (3), la palabra de código recibida se declara como (1) una palabra de código "borrada" si la métrica $m(k)$ es igual o mayor que el umbral de borrado y (2) una palabra de código "no borrada" si la métrica $m(k)$ es menor que el umbral de borrado. La estación base puede tratar bloques de datos descodificados para palabras de código no borradas y borradas de manera diferente. Por ejemplo, la estación base puede usar bloques de datos descodificados para palabras de código no borradas para procesamiento posterior y puede

descartar bloques de datos descodificados para palabras de código borradas.

[0027] La probabilidad de declarar una palabra de código recibida como una palabra de código de borrada se llama una tasa de borrado y se denota como Pr_{borrado} . La tasa de borrado depende del umbral de borrado utilizado para la detección de borrado y de la calidad de la señal recibida (SNR) para la palabra de código recibida. La calidad de la señal puede cuantificarse mediante una relación señal-ruido, una relación señal-ruido-e interferencia, etc. Para una SNR recibida dada, un umbral de borrado bajo aumenta la probabilidad de que una palabra de código recibida sea declarada una palabra de código borrada, y viceversa. Para un umbral de borrado dado, una SNR recibida baja también aumenta la probabilidad de que una palabra de código recibida sea declarada una palabra de código borrada, y viceversa. Para un umbral de borrado dado, se puede ajustar la SNR recibida (controlando la potencia de transmisión para el canal de control, como se describe a continuación) para conseguir la tasa de borrado deseada.

[0028] El umbral de borrado se puede ajustar para lograr el rendimiento deseado para el canal de control. Por ejemplo, se puede usar una probabilidad de error condicionada a palabras de código no borradas, que se denomina tasa de error condicional, para el canal de control. Esta tasa de errores condicionales se denomina Pr_{error} y significa lo siguiente: dado que se declara que una palabra de código recibida es una palabra de código no borrada, la probabilidad de que el bloque de datos descodificado para la palabra de código recibida sea incorrecta es una Pr_{error} . Una Pr_{error} bajo (por ejemplo, 1 % o 0,1 %) corresponde a un alto grado de confianza en el resultado de descodificación cuando se declara una palabra de código no borrada. Una Pr_{error} bajo puede ser deseable para muchos tipos de transmisión donde la descodificación fiable es importante. El umbral de borrado puede ajustarse al nivel adecuado para obtener la Pr_{error} deseado.

[0029] Puede esperarse que exista una relación bien definida entre la tasa de borrado Pr_{borrado} , la tasa de error condicional Pr_{error} , el umbral de borrado TH_{borrado} , y la SNR recibida. En particular, para un umbral de borrado determinado y una SNR recibida dada, existe una tasa de borrado específica y una tasa de error condicional específica. Al cambiar el umbral de borrado, se puede realizar una compensación entre la tasa de borrado y la tasa de error condicional. Es posible que se realicen simulaciones por ordenador y/ o se puedan realizar mediciones empíricas para determinar o predecir la relación entre la tasa de borrado y la tasa de error condicional para diferentes valores de umbral de borrado y diferentes SNR recibidas.

[0030] Sin embargo, en un sistema práctico, la relación entre estos cuatro parámetros puede no ser conocida de antemano y puede depender de escenarios de despliegue. Por ejemplo, el umbral de borrado específico que puede alcanzar la tasa de borrado deseada y la tasa de error condicional puede no ser conocido a priori e incluso puede cambiar con el tiempo, pero probablemente lentamente. Además, no se sabe si la relación "predicha" entre la tasa de borrado y la tasa de error condicional, obtenida a través de la simulación o por otros medios, será válida en un despliegue real.

[0031] Puede usarse un mecanismo de control de potencia para ajustar dinámicamente el umbral de borrado y la SNR recibida para lograr el rendimiento deseado para el canal de control. El rendimiento del canal de control puede cuantificarse mediante una tasa de borrado objetivo Pr_{borrado} (por ejemplo, 10 % de la tasa de borrado, o $Pr_{\text{borrado}} = 0,1$) y una tasa de error condicional objetivo Pr_{error} (por ejemplo, 1 % de la tasa de error condicional, o $Pr_{\text{error}} = 0,01$), es decir, un par (Pr_{borrado} , Pr_{error}).

[0032] La FIG. 2 muestra un mecanismo de control de potencia 200 que puede usarse para ajustar dinámicamente el umbral de borrado y para controlar la potencia de transmisión para una transmisión enviada en el canal de control desde un terminal a una estación base. El mecanismo de control de potencia 200 incluye un bucle interior 210, un bucle exterior 220 y un tercer bucle 230.

[0033] El bucle interior 210 intenta mantener la SNR recibida para la transmisión, tal como se mide en la estación base, lo más cerca posible a una SNR objetivo. Para el bucle interior 210, un estimador de SNR 242 en la estación base estima la SNR recibida para la transmisión y proporciona la SNR recibida a un generador de control de potencia de transmisión (TPC) 244. El generador TPC 244 también recibe la SNR objetivo para el canal de control, compara la SNR recibida con la SNR objetivo y genera comandos TPC basándose en los resultados de comparación. Cada comando TPC es (1) un comando UP para ordenar un aumento en la potencia de transmisión para el canal de control o (2) un comando DOWN para ordenar una reducción en la potencia de transmisión. La estación base transmite los comandos TPC en el enlace directo (Cloud 260) al terminal.

[0034] El terminal recibe y procesa la transmisión de enlace directo desde la estación base y proporciona comandos TPC "recibido" a un procesador de TPC 262. Cada comando TPC recibido es una versión ruidosa de un comando TPC enviado por la estación base. El procesador TPC 262 detecta cada comando TPC recibido y obtiene una decisión TPC, que puede ser (1) una decisión UP si se considera que el comando TPC recibido es un comando UP o (2) una decisión DOWN si se considera que el comando TPC recibido es un comando DOWN.

[0035] Una unidad de ajuste de potencia de transmisión (TX) 264 ajusta la potencia de transmisión para la transmisión sobre el canal de control basándose en las decisiones TPC desde el procesador TPC 262. La unidad 264 puede ajustar la potencia de transmisión de la forma siguiente:

$$P_{\text{cch}}(n+1) = \begin{cases} P_{\text{cch}}(n) + \Delta P_{\text{up}} & \text{para una decisión UP,} \\ P_{\text{cch}}(n) - \Delta P_{\text{dn}} & \text{para una decisión de DOWN,} \end{cases} \quad \text{Eq (4)}$$

5 donde $P_{\text{cch}}(n)$ es la potencia de transmisión para el intervalo de actualización de bucle interior n ;

ΔP_{up} es un tamaño de paso ascendente para la potencia de transmisión; y

ΔP_{dn} es un tamaño de paso descendente para la potencia de transmisión.

10 **[0036]** La potencia de transmisión $P_{\text{cch}}(n)$ y los tamaños de paso ΔP_{up} y ΔP_{dn} están en unidades de decibelios (dB). Como se muestra en la ecuación (4), la potencia de transmisión aumenta en ΔP_{up} para cada decisión UP y se reduce ΔP_{dn} para cada decisión DOWN. Aunque no se ha descrito anteriormente por simplicidad, una decisión TPC también puede ser una decisión "no OP" si se considera que un comando TPC recibido es demasiado poco fiable, en cuyo caso la potencia de transmisión puede mantenerse al mismo nivel, o $P_{\text{cch}}(n+1) = P_{\text{cch}}(n)$. Los tamaños de pasos ΔP_{up} y ΔP_{dn} son típicamente iguales, y ambos pueden ajustarse a 1,0 dB, 0,5 dB o algún otro valor.

15 **[0037]** Debido a la pérdida de trayectoria, la atenuación, y los efectos de trayectos múltiples en el enlace inverso (Cloud 240), que típicamente varían en el tiempo y especialmente para un terminal móvil, la SNR recibida para la transmisión en el canal de control fluctúa continuamente. El bucle interior 210 intenta mantener la SNR recibida en o cerca de la SNR objetivo en presencia de cambios en el estado del enlace de comunicación inversa.

20 **[0038]** El bucle exterior 220 ajusta continuamente la SNR objetivo de tal manera que se consigue la tasa de borrado objetivo para el canal de control. Una unidad de cálculo de métrica 252 calcula la métrica $m(k)$ para cada palabra de código recibida obtenida del canal de control, como se ha descrito anteriormente. Un detector de borrado 254 realiza la detección de borrado para cada palabra de código recibida basándose en la métrica calculada $m(k)$ para la palabra de código y el umbral de borrado y proporciona el estado de la palabra de código recibida (borrada o no borrada) a una unidad de ajuste de SNR objetivo 256.

25 **[0039]** La unidad de ajuste de SNR objetivo 256 obtiene el estado de cada palabra de código recibida y ajusta la SNR objetivo para el canal de control, de la forma siguiente:

$$SNR_{\text{objetivo}}(k+1) = \begin{cases} SNR_{\text{objetivo}}(k) + \Delta SNR_{\text{up}} & , \text{ para una palabra de código borrada,} \\ SNR_{\text{objetivo}}(k) - \Delta SNR_{\text{do}} & , \text{ para una palabra de código no borrada,} \end{cases} \quad \text{Eq (5)}$$

30 donde la $SNR_{\text{objetivo}}(k)$ es la SNR objetivo para el intervalo de actualización de bucle exterior k ;

35 ΔSNR_{up} es un tamaño de paso ascendente para la SNR objetivo; y

ΔSNR_{dn} es un tamaño de paso descendente para la SNR objetivo.

40 **[0040]** El objetivo SNR $SNR_{\text{objetivo}}(k)$ y los tamaños de paso ΔSNR_{up} y ΔSNR_{dn} están en unidades de dB. Como se muestra en la ecuación (5), la unidad 256 reduce la SNR objetivo en ΔSNR_{dn} si se considera que una palabra de código recibida es una palabra de código no borrada, lo cual puede indicar que la SNR recibida para el canal de control es mayor que la necesaria. Inversamente, la unidad 256 aumenta la SNR objetivo en ΔSNR_{up} si se considera que una palabra de código recibida es una palabra de código borrada, lo cual puede indicar que la SNR recibida para el canal de control es inferior a la necesaria.

45 **[0041]** Los tamaños de paso ΔSNR_{up} y ΔSNR_{dn} para ajustar la SNR objetivo pueden establecerse basándose en la siguiente relación:

$$\Delta SNR_{\text{up}} = \Delta SNR_{\text{dn}} \cdot \left(\frac{1 - Pr_{\text{borrado}}}{Pr_{\text{borrado}}} \right). \quad \text{Eq (6)}$$

50 **[0042]** Por ejemplo, si la tasa de borrado objetivo para el canal de control es del 10 % (o $Pr_{\text{borrado}} = 0,1$), entonces el tamaño de paso ascendente es 9 veces el tamaño de paso descendente (o $\Delta SNR_{\text{up}} = 9 \Delta SNR_{\text{dn}}$). Si el tamaño de

paso ascendente se selecciona para ser 0,5 decibelios (dB), entonces el tamaño de paso descendente es aproximadamente 0,056 dB. Valores mayores para $\Delta\text{SNR}_{\text{up}}$ y $\Delta\text{SNR}_{\text{dn}}$ aceleran la tasa de convergencia para el bucle exterior 220. Un valor grande para $\Delta\text{SNR}_{\text{up}}$ también causa más fluctuación o variación de la SNR objetivo en estado estacionario.

5 **[0043]** El tercer bucle 230 ajusta dinámicamente el umbral de borrado de manera que se logra la tasa de error condicional objetivo para el canal de control. El terminal puede transmitir una palabra de código conocida en el canal de control periódicamente o cada vez que se activa. La estación base recibe la palabra de código conocida transmitida. La unidad de cálculo métrico 252 y el detector de borrado 254 realizan la detección de borrado para cada palabra de código conocida recibida basándose en el umbral de borrado y de la misma manera que para las palabras de código recibidas. Para cada palabra de código conocida recibida que se considera no borrada, un descodificador 262 descodifica la palabra de código conocida recibida y determina si el bloque de datos descodificado es correcto o equivocado, lo cual se puede hacerse ya que se conoce la palabra de código. El descodificador 262 proporciona a una unidad de ajuste de umbral de borrado 264 el estado de cada palabra de código conocida recibida, que puede ser: (1) una palabra de código borrada, (2) una palabra de código "buena" si la palabra de código conocida recibida es una palabra de código no borrada y descodificada correctamente, o (3) una palabra de código "mala" si la palabra de código conocida recibida es una palabra de código no borrada pero descodificada erróneamente.

20 **[0044]** La unidad de ajuste del umbral de borrado 264 obtiene el estado de las palabras de código conocidas recibidas y ajusta el umbral de borrado, de la forma siguiente:

$$\text{TH}_{\text{borrado}}(\ell + 1) = \begin{cases} \text{TH}_{\text{borrado}}(\ell) + \Delta\text{TH}_{\text{up}}, & \text{para una palabra de código buena,} \\ \text{TH}_{\text{borrado}}(\ell) - \Delta\text{TH}_{\text{dow}}, & \text{para una palabra de código mala, y} \\ \text{TH}_{\text{borrado}}(\ell), & \text{para una palabra de código borrada,} \end{cases} \quad \text{Eq (7)}$$

25 donde $\text{TH}_{\text{borrado}}(\ell)$ es el umbral de borrado para el tercer intervalo de actualización de bucle ℓ ;

$\Delta\text{TH}_{\text{up}}$ es un tamaño de paso ascendente para el umbral de borrado; y

$\Delta\text{TH}_{\text{dn}}$ es un tamaño de paso descendente para el umbral de borrado.

30 **[0045]** Como se muestra en la ecuación (7), el umbral de borrado se reduce en $\Delta\text{TH}_{\text{dn}}$ para cada palabra de código conocida recibida que es una palabra de código mala. El umbral de borrado inferior corresponde a un criterio de detección de borrado más estricto y da como resultado que una palabra de código recibida sea más probable que se considere borrada, lo cual a su vez hace que la palabra de código recibida sea más probable que se descodifique correctamente cuando se considere no borrada. Por el contrario, el umbral de borrado aumenta en $\Delta\text{TH}_{\text{up}}$ para cada palabra de código conocida recibida que es una palabra de código buena. El umbral de borrado más alto corresponde a un criterio de detección de borrado menos estricto y da como resultado una palabra de código recibida que es menos probable que se considere borrada, lo cual a su vez da lugar a que sea más probable que la palabra de código recibida se descodifique erróneamente cuando se considere no borrada. El umbral de borrado se mantiene al mismo nivel para las palabras de código conocidas recibidas que se borran.

40 **[0046]** Los tamaños de paso $\Delta\text{TH}_{\text{up}}$ y $\Delta\text{TH}_{\text{dn}}$ para ajustar el umbral de borrado pueden ajustarse basándose en la siguiente relación:

$$\Delta\text{TH}_{\text{dow dn}} = \Delta\text{TH}_{\text{up up}} \cdot \left(\frac{1 - \text{Pr}_{\text{error bor}}}{\text{Pr}_{\text{error bor}}} \right). \quad \text{Eq (8)}$$

45 **[0047]** Por ejemplo, si la tasa de error condicional objetivo para el canal de control es del 1 %, entonces el tamaño de paso descendente es de 99 veces el tamaño de paso ascendente. Las magnitudes de $\Delta\text{TH}_{\text{up}}$ y $\Delta\text{TH}_{\text{dn}}$ pueden determinarse basándose en la magnitud esperada de los símbolos recibidos, la tasa de convergencia deseada para el tercer bucle y posiblemente otros factores.

50 **[0048]** En general, el ajuste del umbral de borrado depende de cómo se define la métrica utilizada para la detección de borrado. Las ecuaciones (7) y (8) se basan en la métrica definida como se muestra en la ecuación (2). La métrica también puede definirse de otras maneras (por ejemplo, $m(k) = d_{n2}(k)/d_{n1}(k)$ en lugar de $m(k) = d_{n1}(k)/d_{n2}(k)$, en cuyo caso el ajuste del umbral de borrado puede modificarse en consecuencia. El umbral de borrado ajustable también se puede utilizar en combinación con cualquier técnica de detección de borrado para lograr un rendimiento de detección de borrado robusto para diversas condiciones de canal.

5 **[0049]** El umbral de borrado, $TH_{\text{borrado}}(\ell)$, se puede ajustar dinámicamente de varias maneras. En un modo de realización, un tercer bucle independiente es mantenido por la estación base para cada terminal en comunicación con la estación base. Este modo de realización permite que el umbral de borrado se ajuste individualmente para cada terminal, lo cual permite entonces que el rendimiento del canal de control sea adaptado específicamente para el terminal. Por ejemplo, los diferentes terminales pueden tener diferentes tasas de error condicional objetivo, lo cual puede lograrse haciendo funcionar terceros bucles separados para estos terminales. En otro modo de realización, un único tercer bucle es mantenido por la estación base para todos los terminales en comunicación con la estación base. El umbral de borrado común se utiliza entonces para la detección de borrado para todos estos terminales y también se actualiza basándose en palabras de código conocidas recibidas por la estación base desde estos terminales. Este modo de realización proporciona un buen rendimiento para todos los terminales si el rendimiento del canal de control es robusto para estos terminales para diversas condiciones de canal. Este modo de realización permite una velocidad de convergencia más rápida para el tercer bucle y también reduce la sobrecarga puesto que cada terminal puede transmitir la palabra de código conocida a una velocidad menor (por ejemplo, una vez cada 10 segundos). En otro modo de realización más, un único tercer bucle es mantenido por la estación base para cada grupo de terminales que tienen el mismo rendimiento de canal de control, y el umbral de borrado se actualiza basándose en palabras de código conocidas recibidas por la estación base de todos los terminales del grupo.

20 **[0050]** El bucle interior 210, el bucle exterior 220, y el tercer bucle 230 se actualizan típicamente a velocidades diferentes. El bucle interior 210 es el bucle más rápido de los tres bucles, y la potencia de transmisión para el canal de control puede actualizarse a una velocidad particular (por ejemplo, 150 veces por segundo). El bucle exterior 220 es el siguiente bucle más rápido, y la SNR objetivo puede actualizarse cada vez que se recibe una palabra de código en el canal de control. El tercer bucle 230 es el bucle más lento y el umbral de borrado puede actualizarse siempre que se reciba una palabra de código conocida en el canal de control. Las velocidades de actualización de los tres bucles se pueden seleccionar para lograr el rendimiento deseado para detección de borrado y control de potencia.

30 **[0051]** Para el modo realización descrito anteriormente, la tasa de error condicional objetivo Pr_{error} se utiliza como una de las medidas de rendimiento para el canal de control, y el tercer bucle está diseñado para lograr esta Pr_{error} . También se pueden usar otras medidas de rendimiento para el canal de control, y el tercer bucle puede diseñarse en consecuencia. Por ejemplo, se puede utilizar para el tercer bucle una probabilidad objetivo de que una palabra de código recibida se descodifique erróneamente cuando se considera borrada.

35 **[0052]** Las FIGS. 3A y 3B muestran un diagrama de flujo de un proceso 300 para actualizar los bucles segundo y tercero del mecanismo de control de potencia 300. Una palabra de código recibida k se obtiene inicialmente del canal de control (bloque 312). La métrica $m(k)$ se calcula para la palabra de código recibida, por ejemplo, como se ha descrito anteriormente, (bloque 314) y se compara con el umbral de borrado (bloque 316). Si la métrica calculada $m(k)$ es mayor o igual al umbral de borrado, como se determina en el bloque 320, y si la palabra de código recibida no es una palabra de código conocida, determinada en el bloque 322, entonces la palabra de código recibida se declara como una palabra de código borrada (bloque 324). La SNR objetivo aumenta en un tamaño de paso ΔSNR_{up} si la métrica calculada $m(k)$ es mayor que o igual que el umbral de borrado, independientemente de si la palabra de código recibida es conocida o no conocida (bloque 326). Después del bloque 326, el proceso vuelve al bloque 312 para procesar la siguiente palabra de código recibida.

45 **[0053]** Si la métrica calculada $m(k)$ es menor que el umbral de borrado, como se determina en el bloque 320, y si la palabra de código recibida no es una palabra de código conocida, como se determina en el bloque 332, entonces la palabra de código recibida se declara como una palabra de código no borrada (bloque 334), y la SNR objetivo se reduce en el tamaño de paso de ΔSNR_{dn} (bloque 336). El proceso vuelve al bloque 312 para procesar la siguiente palabra de código recibida.

50 **[0054]** Si la métrica calculada $m(k)$ es menor que el umbral de borrado, como se determina en el bloque 320, y si la palabra de código recibida es una palabra de código conocida, como se determina en el bloque 332, a continuación (en referencia a la FIG. 3B) se descodifica la palabra de código recibida (bloque 340). Si la descodificación era correcta, tal como se determina en el bloque 342, entonces la palabra de código conocida recibida se declara como una palabra de código buena (bloque 344), y el umbral de borrado aumenta en el tamaño de paso ΔTH_{up} (bloque 346). De lo contrario, si se produjera un error de descodificación, tal como se determina en el bloque 342, entonces la palabra de código conocida recibida se declara como una palabra de código mala (bloque 354) y el umbral de borrado se reduce en el tamaño de paso ΔTH_{dn} (bloque 356). A partir de los bloques 346 y 356, el proceso vuelve al bloque 312 de la FIG. 3A para procesar la siguiente palabra de código recibida.

60 **[0055]** Como se señaló anteriormente, las técnicas descritas en el presente documento pueden usarse para diversos tipos de canales físicos que no emplean codificación de detección de errores. El uso de estas técnicas para un esquema de transmisión de datos a modo de ejemplo se describe a continuación. Para este esquema de transmisión, un terminal que desea una transmisión de enlace directo estima la calidad de la señal recibida del enlace directo para su estación base de servicio (por ejemplo, basándose en un piloto transmitido por la estación base). La estimación de la calidad de la señal recibida puede traducirse a un valor de L bits, que se denomina

indicador de calidad de canal (CQI). El CQI puede indicar la SNR recibida para el enlace directo, la velocidad de datos soportada para el enlace directo, etc. En cualquier caso, la codificación de bloques se realiza en el CQI para obtener una palabra de código CQI. Como ejemplo específico, L puede ser igual a 4, y la palabra de código CQI puede contener 16 símbolos de modulación QPSK, o [s_i (1) s_i (2) ... s_i (16)]. El terminal transmite la palabra de código CQI en el canal CQI (que es uno de los canales de control) a la estación base de servicio. La estación base de servicio recibe la palabra de código CQI enviada en el canal CQI y realiza la detección de borrado en la palabra de código CQI recibida. Si la palabra de código CQI recibida no se borra, entonces la estación base de servicio descodifica la palabra de código CQI recibida y utiliza el CQI descodificado para programar una transmisión de datos para el terminal.

[0056] La FIG. 4 muestra un conjunto de datos y canales de control utilizados para el esquema de transmisión de datos a modo de ejemplo. El terminal mide la calidad de la señal recibida del enlace directo y transmite una palabra de código CQI en el canal CQI. El terminal realiza continuamente mediciones de la calidad de enlace directo y envía palabras de código CQI actualizadas en el canal CQI. Por lo tanto, descartar las palabras de código CQI recibidas que se consideran borradas no perjudica el rendimiento del sistema. Sin embargo, las palabras de código CQI recibidas que se consideran no borradas deben ser de alta calidad puesto que se puede programar una transmisión de enlace directo basándose en la información contenida en estas palabras de código CQI no borradas.

[0057] Si el terminal está programado para la transmisión de enlace directo, entonces la estación base de servicio procesa los paquetes de datos para obtener paquetes codificados y transmite los paquetes codificados en un canal de datos de enlace directo al terminal. Para un esquema de retransmisión automática híbrida (H-ARQ), cada paquete codificado se divide en múltiples subbloques, y se transmiten subbloques de uno en uno para el paquete codificado. A medida que se recibe cada subbloque para un paquete codificado dado en el canal de datos de enlace directo, el terminal intenta descodificar y recuperar el paquete basándose en todos los subbloques recibidos hasta ahora para el paquete. El terminal es capaz de recuperar el paquete basándose en una transmisión parcial porque los subbloques contienen información redundante que es útil para descodificar cuando la calidad de la señal recibida es mala pero puede no ser necesaria cuando la calidad de la señal recibida es buena. El terminal transmite entonces una confirmación (ACK) en un canal ACK si el paquete se descodifica correctamente, o una confirmación negativa (NAK) en caso contrario. La transmisión de enlace directo continúa de esta manera hasta que todos los paquetes codificados se transmiten al terminal.

[0058] Las técnicas descritas en el presente documento pueden utilizarse ventajosamente para el canal CQI. La detección de borrado puede realizarse en cada palabra de código CQI recibida como se ha descrito anteriormente. La potencia de transmisión para el canal CQI puede ajustarse usando el mecanismo de control de potencia 300 para conseguir el rendimiento deseado para el canal CQI (por ejemplo, la tasa de borrado deseada y la tasa de error condicional deseada). La potencia de transmisión para otros canales de control (por ejemplo, el canal ACK) y los canales de datos de enlace inverso también se pueden establecer basándose en la potencia de transmisión controlada por potencia para el canal CQI.

[0059] Para mayor claridad, las técnicas de detección de borrado y control de potencia se han descrito específicamente para el enlace inverso. Estas técnicas también pueden usarse para la detección de borrado y control de potencia para una transmisión enviada en el enlace directo.

[0060] La FIG. 5 muestra un diagrama de bloques de un modo de realización de una estación base 110x y un terminal 120x. En el enlace inverso, en el terminal 120x, un procesador de datos de transmisión (TX) 510 recibe y procesa (por ejemplo, formatea, codifica, intercala y modula) datos de tráfico de enlace inverso (RL) y proporciona símbolos de modulación para los datos de tráfico. El procesador de datos TX 510 también procesa datos de control (por ejemplo, CQI) desde un controlador 520 y proporciona símbolos de modulación para los datos de control. Un modulador (MOD) 512 procesa los símbolos de modulación para datos de tráfico y control y los símbolos piloto y proporciona una secuencia de chips de valor complejo. El procesamiento por el procesador de datos TX 510 y el modulador 512 depende del sistema. Por ejemplo, el modulador 512 puede realizar modulación OFDM si el sistema utiliza OFDM. Una unidad de transmisor (TMTR) 514 condiciona (por ejemplo, convierte a analógica, amplifica, filtra y aumenta en frecuencia) la secuencia de chips y genera una señal de enlace inverso, la cual se hace pasar a través de un duplexor (D) 516 y se transmite a través de una antena 518.

[0061] En la estación base 110x, la señal de enlace inverso del terminal 120x es recibida por una antena 552, se hace pasar a través de un duplexor 554, y se proporciona a una unidad receptor (RCVR) 556. La unidad de recepción 556 acondiciona (por ejemplo, filtra, amplifica y reduce en frecuencia) la señal recibida y además digitaliza la señal acondicionada para obtener un flujo de muestras de datos. Un desmodulador (DESMOD) 558 procesa las muestras de datos para obtener estimaciones de símbolos. A continuación, un procesador de datos de recepción (RX) 560 procesa (por ejemplo, desintercala y descodifica) las estimaciones de símbolos para obtener datos descodificados para el terminal 120x. El procesador de datos RX 560 también realiza la detección de borrado y proporciona a un controlador 570 el estado de cada palabra de código recibida usada para el control de potencia. El procesamiento mediante el desmodulador 558 y el procesador de datos RX 560 es complementario al procesamiento realizado por el modulador 512 y el procesador de datos TX 510, respectivamente

[0062] El procesamiento para una transmisión de enlace directo puede realizarse de manera similar a la descrita anteriormente para el enlace inverso. El procesamiento para las transmisiones de enlace inverso y enlace directo es típicamente especificado por el sistema.

5 **[0063]** Para el control de potencia de enlace inverso, un estimador SNR 574 estima la SNR recibida para el terminal 120x y proporciona la SNR recibida a un generador TPC 576. El generador TPC 576 también recibe la SNR objetivo y genera comandos TPC para el terminal 120x. Los comandos TPC son procesados por un procesador de datos TX 582, procesados adicionalmente por un modulador 584, acondicionados por una unidad de transmisor 586, se hacen pasar a través del duplexor 554, y son transmitidos a través de la antena 552 al terminal 120x.

10 **[0064]** En el terminal 120x, la señal de enlace directo desde la estación base 110x es recibida por la antena 518, se hace pasar a través del duplexor 516, es acondicionada y digitalizada por una unidad de receptor 540, procesada por un desmodulador 542 y, además, procesada por un procesador de datos RX 544 para obtener comandos TPC recibidos. Un procesador TPC 524 detecta entonces los comandos TPC recibidos para obtener decisiones TPC, que se utilizan para generar un control de ajuste de potencia de transmisión. El modulador 512 recibe el control del procesador TPC 524 y ajusta la potencia de transmisión para la transmisión de enlace inverso. El control de potencia del enlace directo se puede conseguir de una manera similar.

15 **[0065]** Los controladores 520 y 570 dirigen las operaciones de varias unidades de procesamiento en el terminal 120x y la estación base 110x, respectivamente. Los controladores 520 y 570 también pueden realizar varias funciones para la detección de borrado y el control de potencia para el enlace directo y el enlace inverso. Por ejemplo, cada controlador puede implementar el estimador SNR, el generador TPC y la unidad de ajuste de SNR objetivo para su enlace. El controlador 570 y el procesador de datos RX 560 también pueden implementar el proceso 300 en las FIGS. 3A y 3B. Las unidades de memoria 522 y 572 almacenan datos y códigos de programa para los controladores 520 y 570, respectivamente.

20 **[0066]** Las técnicas de detección de borrado y control de potencia descritas en el presente documento pueden implementarse por diversos medios. Por ejemplo, estas técnicas se pueden implementar en hardware, software o una combinación de los mismos. Para una implementación en hardware, las unidades de procesamiento utilizadas para realizar la detección de borrado y / o el control de potencia se pueden implementar en uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), procesadores digitales de señales (DSP), dispositivos de procesamiento digital de señales (DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), matrices de puertas programables in situ (FPGA), procesadores, controladores, micro-controladores, microprocesadores, otras unidades electrónicas diseñadas para realizar las funciones descritas en el presente documento, o una combinación de los mismos.

30 **[0067]** Para una implementación en software, las técnicas descritas en el presente documento pueden implementarse con módulos (por ejemplo, procedimientos, funciones, etc.) que lleven a cabo las funciones descritas en el presente documento. Los códigos de software se pueden almacenar en una unidad de memoria (por ejemplo, la unidad de memoria 572 en la FIG. 5) y ser ejecutados por un procesador (por ejemplo, el controlador 570). La unidad de memoria puede implementarse dentro del procesador o fuera del procesador, en cuyo caso puede acoplarse de forma comunicativa al procesador a través de diversos medios conocidos en la técnica.

35 **[0068]** La anterior descripción de los modos de realización divulgados se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o use la presente invención. Diversas modificaciones de estos modos de realización resultarán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otros modos de realización sin apartarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por lo tanto, la presente invención no pretende limitarse a los modos de realización mostrados en el presente documento, sino que se le concede el alcance más amplio compatible con los principios y características novedosas divulgados en el presente documento.

50

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para realizar detección de borrado en un sistema de comunicación, que comprende:
- 5 obtener (312) palabras de código recibidas para palabras de código transmitidas a través de un canal inalámbrico, siendo cada palabra de código transmitida un bloque de datos y siendo cada palabra de código recibida una versión ruidosa de una palabra de código transmitida;
- 10 calcular (314) una métrica para cada una de las palabras de código recibidas, en el que cada palabra de código transmitida es una de entre una pluralidad de posibles palabras de código válidas, y en el que la métrica se basa en una función de la palabra de código recibida y la pluralidad de posibles palabras de código y es indicativa de la fiabilidad de una palabra de código recibida;
- 15 comparar (316) la métrica calculada para cada palabra de código recibida con un umbral de borrado; en el que el procedimiento comprende además declarar (324, 334) que cada palabra de código recibida es una palabra de código borrada o una palabra de código no borrada basándose en un resultado de comparación para la palabra de código recibida, en el que la declaración no se basa en la codificación de detección de errores; y
- 20 ajustar dinámicamente el umbral de borrado para alcanzar un nivel de rendimiento objetivo para la detección de borrado, en el que el nivel de rendimiento objetivo se cuantifica mediante una tasa de borrado objetivo y una tasa condicional objetivo, en la que la tasa condicional objetivo indica la probabilidad de que una palabra de código recibida sea declarada incorrectamente una palabra de código no borrada.
- 25 2. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
- 30 obtener palabras de código conocidas recibidas para palabras de código conocidas transmitidas a través del canal inalámbrico, siendo cada palabra de código conocida un bloque de datos conocidos, y siendo cada palabra de código conocida recibida una versión ruidosa de una palabra de código conocida transmitida;
- 35 determinar un estado de cada una de las palabras de código conocidas recibidas como una palabra de código buena, una palabra de código mala o una palabra de código borrada, siendo una palabra de código buena una palabra de código conocida recibida declarada una palabra de código no borrada y descodificada correctamente, y siendo una palabra de código mala una palabra de código conocida recibida declarada una palabra de código no borrada pero descodificada erróneamente; y
- 40 ajustar el umbral de borrado basándose en el estado de cada palabra de código conocida recibida.
3. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que las palabras de código conocidas son transmitidas en tiempos conocidos por una o más entidades de transmisión.
- 45 4. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que las palabras de código conocidas son transmitidas por una entidad de transmisión cuando recibe instrucciones.
5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que una palabra de código no borrada está asociada con un nivel particular de confianza de ser recibida correctamente y una palabra de código borrada está asociada con un nivel particular de confianza de ser recibida erróneamente.
- 50 6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la métrica para cada palabra de código recibida es una relación de una distancia euclidiana a una palabra de código válida más cercana a una distancia euclidiana a una palabra de código válida más cercana próxima, siendo la distancia euclidiana a la palabra de código válida más cercana la distancia euclidiana entre la palabra de código recibida y una palabra de código válida más cercana a la palabra de código recibida, y siendo la distancia euclidiana a la siguiente palabra de código válida más cercana la distancia euclidiana entre la palabra de código recibida y una palabra de código válida próxima más cercana a la palabra de código recibida.
- 55 7. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que cada palabra de código transmitida es un bloque de datos codificados obtenidos realizando la codificación de bloques en un bloque de datos no codificados.
- 60 8. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que cada palabra de código transmitida no incluye un código de detección de error.
- 65 9. Un aparato que se puede utilizar para realizar detección de borrado en un sistema de comunicación inalámbrica (100) que comprende:

medios para obtener palabras de código recibidas para palabras de código transmitidas a través de un canal inalámbrico, siendo cada palabra de código transmitida un bloque de datos y siendo cada palabra de código recibida una versión ruidosa de una palabra de código transmitida;

5
medios para calcular una métrica para cada una de las palabras de código recibidas, en el que cada palabra de código transmitida es una de una pluralidad de posibles palabras de código válidas y en el que la métrica se basa en una función de la palabra de código recibida y la pluralidad de palabras de código posibles y es indicativa de la fiabilidad de una palabra de código recibida;

10
medios para comparar la métrica calculada para cada palabra de código recibida con un umbral de borrado; en el que el aparato comprende además medios para declarar cada palabra de código recibida como una palabra de código borrada o una palabra de código no borrada basándose en un resultado de comparación para la palabra de código recibida, en el que la declaración no se basa en la codificación de detección de error; y

15
medios para ajustar dinámicamente el umbral de borrado para alcanzar un nivel de rendimiento objetivo para la detección de borrado, en el que el nivel de rendimiento objetivo se cuantifica mediante una tasa de borrado objetivo y una tasa condicional objetivo, en el que la tasa condicional objetivo indica la probabilidad de que una palabra de código recibida se declare incorrectamente como una palabra de código no borrada.

10. El aparato según la reivindicación 9, que comprende además:

25
medios para obtener palabras de código conocidas recibidas para palabras de código conocidas transmitidas a través del canal inalámbrico, siendo cada palabra de código conocida un bloque de datos conocidos y siendo cada palabra de código conocida recibida una versión ruidosa de una palabra de código conocida transmitida;

30
medios para determinar un estado de cada una de las palabras de código conocidas recibidas como una palabra de código buena, una palabra de código mala o una palabra de código borrada, siendo una palabra de código buena una palabra de código conocida recibida declarada una palabra de código no borrada y descodificada correctamente, y siendo una palabra de código mala una palabra de código conocida recibida declarada una palabra de código no borrada pero descodificada erróneamente; y

35
medios para ajustar el umbral de borrado basándose en el estado de cada palabra de código conocida recibida.

11. El aparato de la reivindicación 9, que comprende:

40
una unidad de cálculo métrico (252) operativa para obtener palabras de código recibidas para palabras de código transmitidas a través de un canal inalámbrico y para calcular una métrica para cada una de las palabras de código recibidas, en la que cada palabra de código transmitida es un bloque de datos y cada palabra de código recibida es una versión ruidosa de una palabra de código transmitida;

45
un detector de borrado (254) operativo para comparar la métrica calculada para cada palabra de código recibida con un umbral de borrado y para declarar cada palabra de código recibida una palabra de código borrada o una palabra de código no borrada basándose en un resultado de comparación para la palabra de código recibida; y

50
una unidad de ajuste (264) operativa para ajustar dinámicamente el umbral de borrado para alcanzar un nivel de rendimiento objetivo para la detección de borrado.

12. El aparato según la reivindicación 11, que comprende además:

55
un descodificador (262) operativo para obtener palabras de código conocidas recibidas para palabras de código conocidas transmitidas a través del canal inalámbrico, siendo cada palabra de código conocida un bloque de datos conocidos y siendo cada palabra de código conocida recibida una versión ruidosa de una palabra de código conocida transmitida, descodificar cada palabra de código conocida recibida considerada una palabra de código no borrada, y determinar un estado de cada palabra de código conocida recibida como una palabra de código buena, una palabra de código mala o una palabra de código borrada, siendo una palabra de código buena una palabra de código conocida recibida declarada una palabra de código no borrada y descodificada correctamente, y siendo una palabra de código mala una palabra de código conocida recibida declarada una palabra de código no borrada pero descodificada erróneamente, y

65

en la que la unidad de ajuste (264) es operativa para ajustar el umbral de borrado basándose en el estado de cada palabra de código conocida recibida .

- 5 **13.** Un procedimiento para realizar el control de potencia para una transmisión enviada a través de un canal inalámbrico en un sistema de comunicación inalámbrica, que comprende:
- 10 obtener (312) palabras de código recibidas para palabras de código transmitidas en la transmisión, siendo cada palabra de código transmitida un bloque de datos, y siendo cada palabra de código recibida una versión ruidosa de una palabra de código transmitida;
- 15 determinar un estado de cada palabra de código recibida como una palabra de código borrada o una palabra de código no borrada basándose en una métrica calculada para la palabra de código recibida y un umbral de borrado, en el que la métrica se basa en una función de la palabra de código recibida y la pluralidad de palabras de código posibles y es indicativa de la fiabilidad de una palabra de código recibida y en el que la determinación no se basa en la codificación de detección de errores;
- 20 ajustar una calidad de señal objetivo (SNR) basándose en el estado de cada palabra de código recibida, en el que la potencia de transmisión para la transmisión se ajusta en función de la SNR objetivo;
- 25 obtener palabras de código conocidas recibidas para palabras de código conocidas transmitidas a través del canal inalámbrico, siendo cada palabra de código conocida un bloque de datos conocidos, y siendo cada palabra de código conocida recibida una versión ruidosa de una palabra de código conocida transmitida;
- 30 determinar un estado de cada palabra de código conocida recibida como una palabra de código buena, una palabra de código mala o una palabra de código borrada, siendo una palabra de código buena una palabra de código conocida recibida considerada como una palabra de código no borrada y descodificada correctamente, y siendo una palabra de código mala una palabra de código conocida recibida considerada como una palabra de código no borrada pero descodificada erróneamente; y
- 35 ajustar el umbral de borrado basándose en el estado de cada palabra de código conocida recibida.
- 40 **14.** El procedimiento según la reivindicación 13, en el que el ajuste de la SNR objetivo incluye reducir (336) la SNR objetivo mediante un paso descendente para cada palabra de código recibida considerada como una palabra de código no borrada, y aumentar (326) la SNR objetivo en un paso ascendente para cada palabra de código recibida considerada como una palabra de código borrada.
- 45 **15.** El procedimiento según la reivindicación 14, en el que el paso descendente y el paso ascendente para ajustar la SNR objetivo se determinan mediante una tasa de borrado objetivo indicativa de una probabilidad predeterminada de declarar una palabra de código recibida como una palabra de código borrada.
- 50 **16.** El procedimiento según la reivindicación 13, en el que un umbral de borrado inferior corresponde a una mayor probabilidad de que una palabra de código recibida se considere como una palabra de código borrada y en el que el ajuste del umbral de borrado incluye la reducción del umbral de borrado en un paso descendente para cada palabra de código conocida recibida considerada una palabra de código mala y el aumento del umbral de borrado en un paso ascendente para cada palabra de código conocida recibida considerada como una palabra de código buena.
- 55 **17.** El procedimiento según la reivindicación 16, en el que el ajuste del umbral de borrado incluye además mantener el umbral de borrado en el mismo nivel para cada palabra de código conocida recibida considerada como una palabra de código borrada.
- 60 **18.** El procedimiento según la reivindicación 16, en el que el paso descendente y el paso ascendente para ajustar el umbral de borrado se determinan mediante una tasa de error condicional objetivo indicativa de una probabilidad predeterminada de que una palabra de código recibida se descodifique erróneamente si se declara que es una palabra de código no borrada.
- 65 **19.** El procedimiento según la reivindicación 13, en el que las palabras de código conocidas recibidas se obtienen a partir de una pluralidad de entidades de transmisión diferentes.
- 20.** El procedimiento según la reivindicación 13, que comprende además:
- estimar una SNR recibida para la transmisión;
- comparar la SNR recibida con la SNR objetivo; y

generar comandos basados en los resultados de la comparación, en el que los comandos se usan para ajustar la potencia de transmisión para la transmisión.

- 5 **21.** Un aparato operativo para realizar el control de potencia para una transmisión enviada a través de un canal inalámbrico en un sistema de comunicación inalámbrica (100), que comprende:

medios para obtener palabras de código recibidas para palabras de código transmitidas en la transmisión, siendo cada palabra de código transmitida un bloque de datos y siendo cada palabra de código recibida una versión ruidosa de una palabra de código transmitida;

10 medios para determinar un estado de cada palabra de código recibida como una palabra de código borrada o una palabra de código no borrada basándose en una métrica calculada para la palabra de código recibida y un umbral de borrado, en el que la métrica se basa en una función de la palabra de código recibida y la pluralidad de posibles palabras de código y es indicativa de la fiabilidad de una palabra de código recibida y en el que la determinación no se basa en la codificación de detección de errores;

15 medios para ajustar una calidad de señal objetivo (SNR) basándose en el estado de cada palabra de código recibida, en el que la potencia de transmisión para la transmisión se ajusta en función de la SNR objetivo;

20 medios para obtener palabras de código conocidas recibidas para palabras de código conocidas transmitidas a través del canal inalámbrico, siendo cada palabra de código conocida un bloque de datos conocidos y siendo cada palabra de código conocida recibida una versión ruidosa de una palabra de código conocida transmitida;

25 medios para determinar un estado de cada palabra de código conocida recibida como una palabra de código buena, una palabra de código mala o una palabra de código borrada, siendo una palabra de código buena una palabra de código conocida recibida considerada como una palabra de código no borrada y descodificada correctamente, y siendo una palabra de código mala una palabra de código conocida recibida considerada como una palabra de código no borrada pero descodificada erróneamente;

30 y

35 medios para ajustar el umbral de borrado basándose en el estado de cada palabra de código conocida recibida.

- 40 **22.** El aparato de la reivindicación 21, que comprende además: medios para estimar una SNR recibida para la transmisión; medios para comparar la SNR recibida con la SNR objetivo; y medios para generar comandos basándose en los resultados de la comparación, en el que los comandos se usan para ajustar la potencia de transmisión para la transmisión.

- 23.** El aparato de la reivindicación 21, que comprende:

45 un procesador de datos operativo para obtener palabras de código recibidas para palabras de código transmitidas en la transmisión, siendo cada palabra de código transmitida un bloque de datos, y siendo cada palabra de código recibida una versión ruidosa de una palabra de código transmitida,

50 determinar un estado de cada palabra de código recibida como una palabra de código borrada o una palabra de código no borrada basándose en una métrica calculada para la palabra de código recibida y un umbral de borrado,

55 obtener palabras de código conocidas recibidas para palabras de código conocidas transmitidas a través del canal inalámbrico, siendo cada palabra de código conocida un bloque de datos conocidos y siendo cada palabra de código conocida recibida una versión ruidosa de una palabra de código conocida transmitida, y

60 determinar un estado de cada palabra de código conocida recibida como una palabra de código buena, una palabra de código mala o una palabra de código borrada, siendo una palabra de código buena una palabra de código conocida recibida considerada como una palabra de código no borrada y descodificada correctamente, y siendo una palabra de código mala una palabra de código conocida recibida considerada como una palabra de código no borrada pero descodificada erróneamente; y

65 un controlador (570) operativo para

ajustar una calidad de señal objetivo (SNR) basándose en el estado de cada palabra de código recibida, en el que la potencia de transmisión para la transmisión se ajusta en función de la SNR objetivo y ajustar el umbral de borrado basándose en el estado de cada palabra de código conocida recibida.

- 24.** El aparato según la reivindicación 23, que comprende además:

un estimador SNR (574) operativo para estimar una SNR recibida para la transmisión; y

5 un generador (576) operativo para comparar la SNR recibida con la SNR objetivo y generar comandos usadas para ajustar la potencia de transmisión para la transmisión.

- 10 **25.** El aparato de la reivindicación 23, en el que el controlador (570) es operativo para ajustar el umbral de borrado para alcanzar una tasa de error condicional objetivo indicativa de una probabilidad predeterminada de que una palabra de código recibida se descodifique erróneamente si se declara que es una palabra de código no borrada.
- 15 **26.** El aparato de la reivindicación 23, en el que el controlador (570) es operativo para ajustar la SNR objetivo para lograr una tasa de borrado objetivo indicativa de una probabilidad predeterminada de declarar una palabra de código recibida como una palabra de código borrada.
- 27.** El aparato de la reivindicación 23, en el que la transmisión es para un canal de control.
- 20 **28.** El aparato de la reivindicación 27, en el que el canal de control se utiliza para enviar información de calidad de canal y en el que cada palabra de código transmitida es para un indicador de calidad de canal.
- 29.** El aparato de la reivindicación 23, en el que las palabras de código conocidas recibidas se obtienen a partir de una pluralidad de entidades de transmisión diferentes.
- 25 **30.** El aparato de la reivindicación 23 y utilizado en una estación base.
- 31.** El aparato de la reivindicación 23 y utilizado en un terminal inalámbrico.
- 30 **32.** Un programa informático que comprende instrucciones ejecutables por ordenador para realizar los pasos del procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 o 13 a 20 al ejecutarse el programa informático en un ordenador.

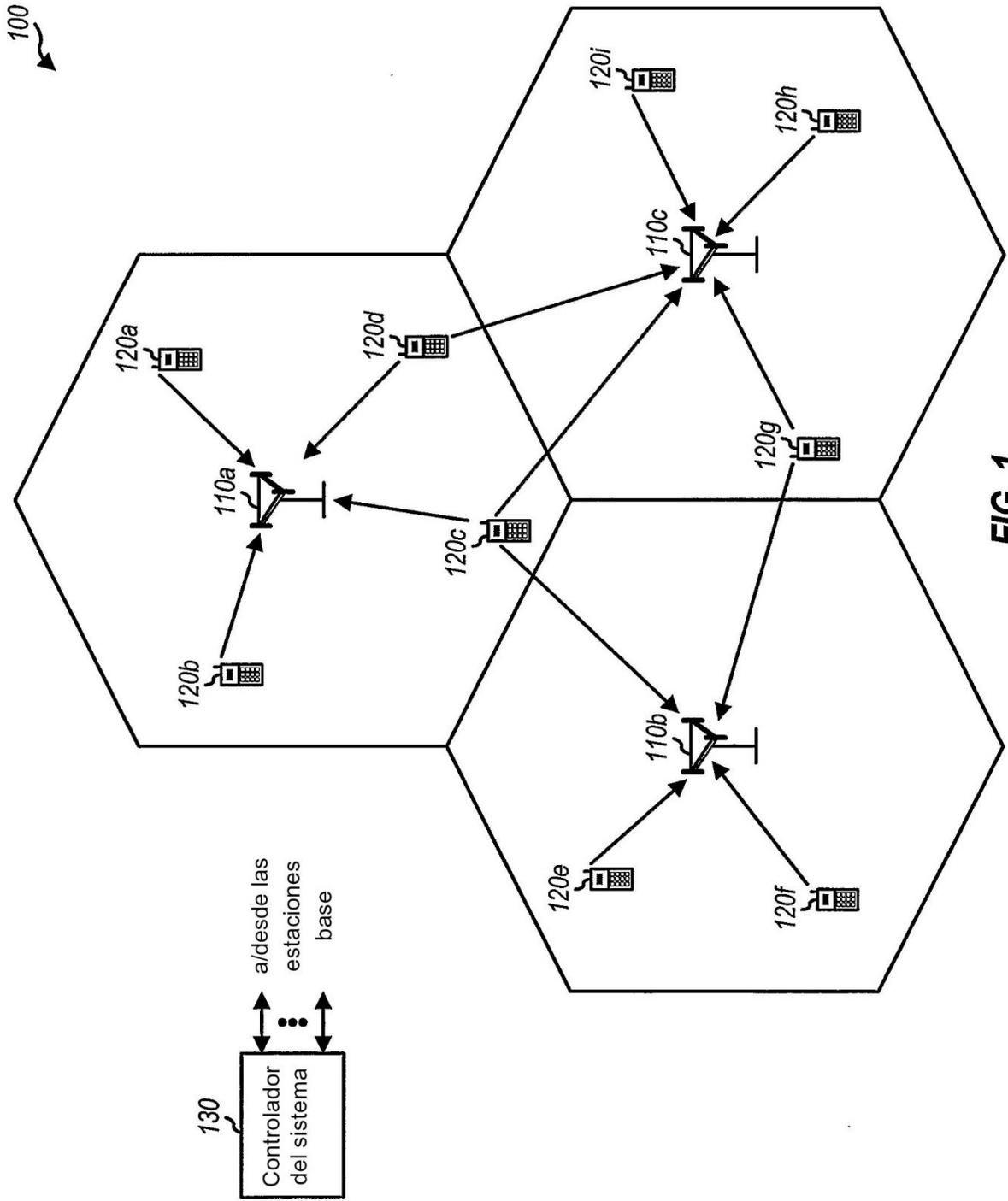


FIG. 1

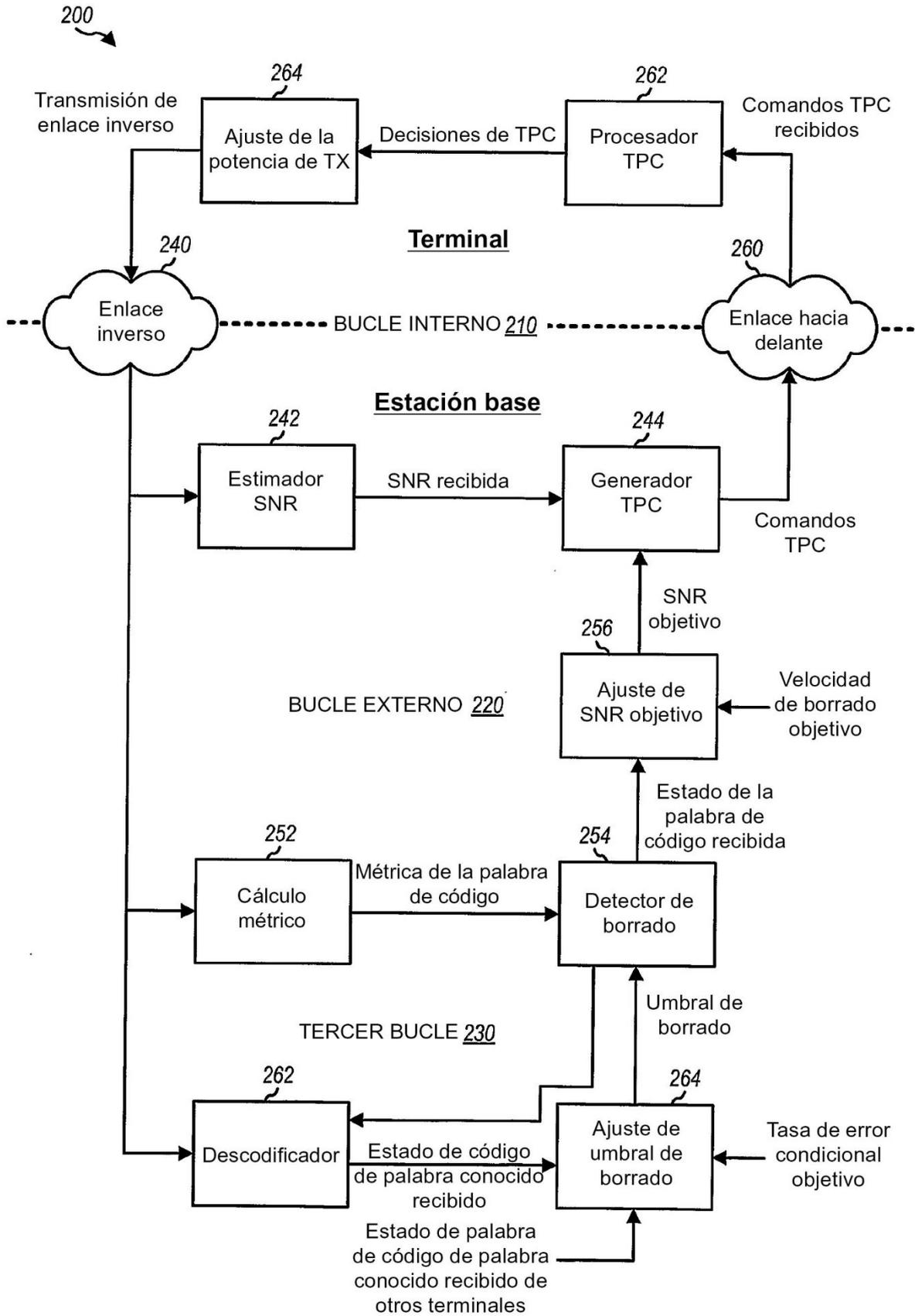


FIG. 2

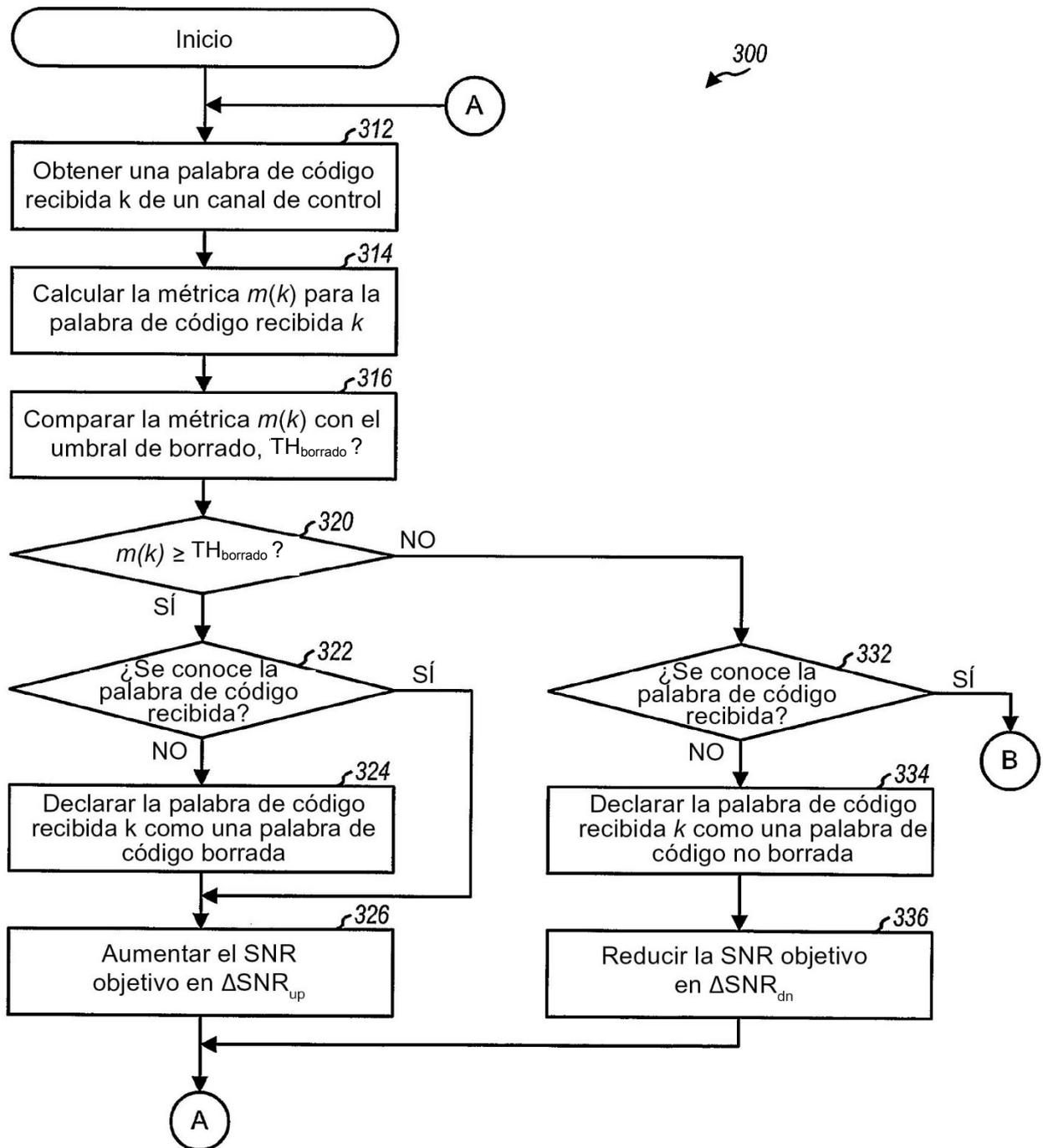


FIG. 3A

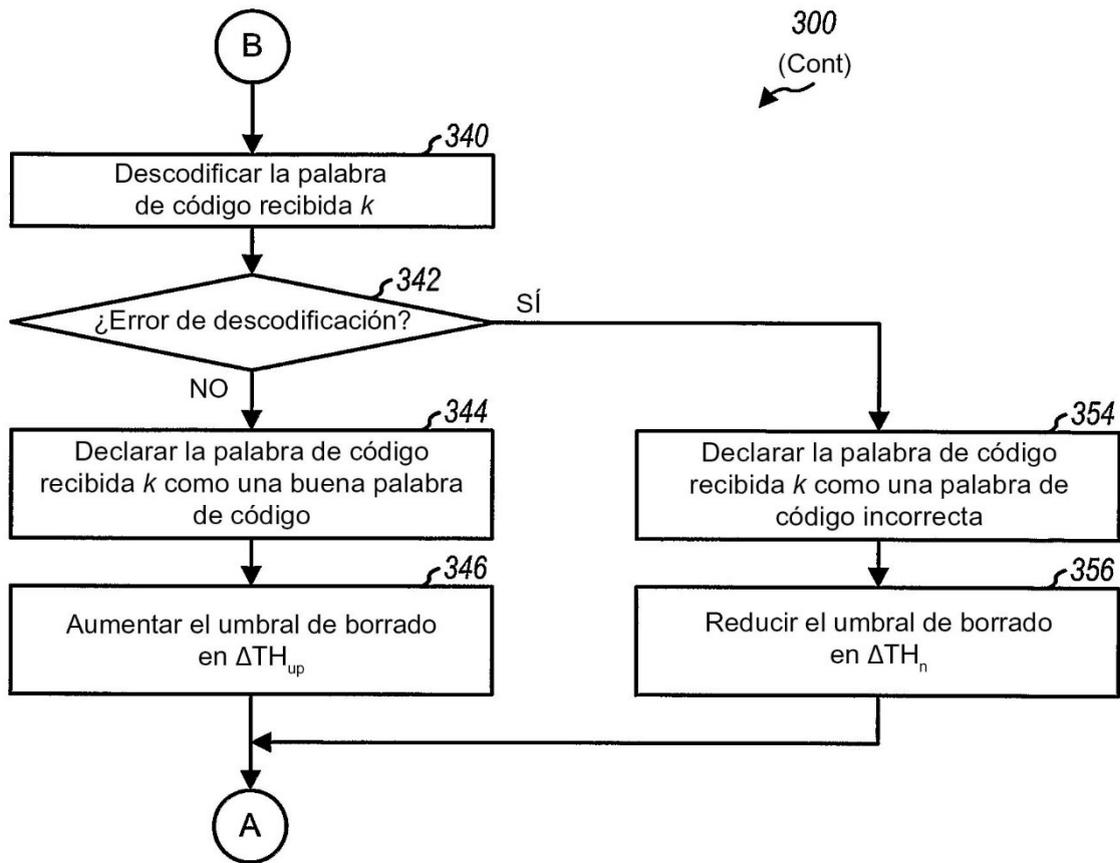


FIG. 3B

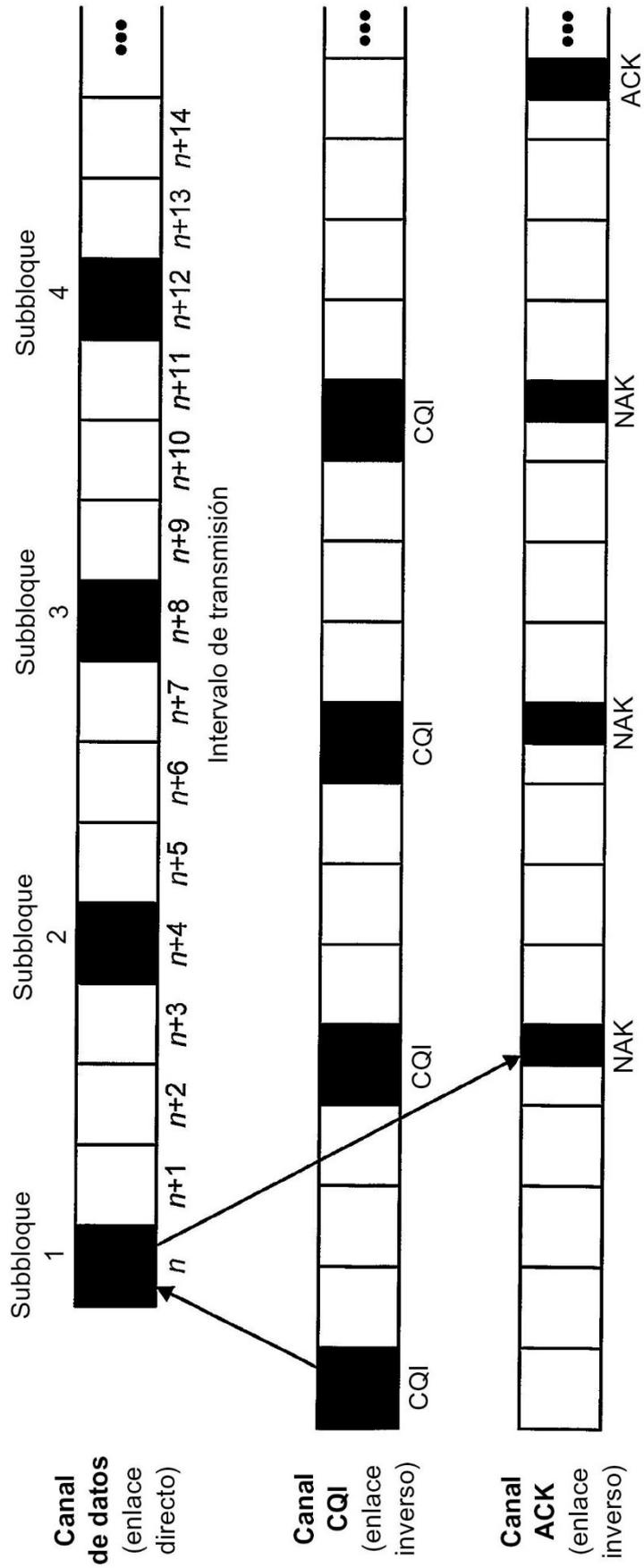


FIG. 4

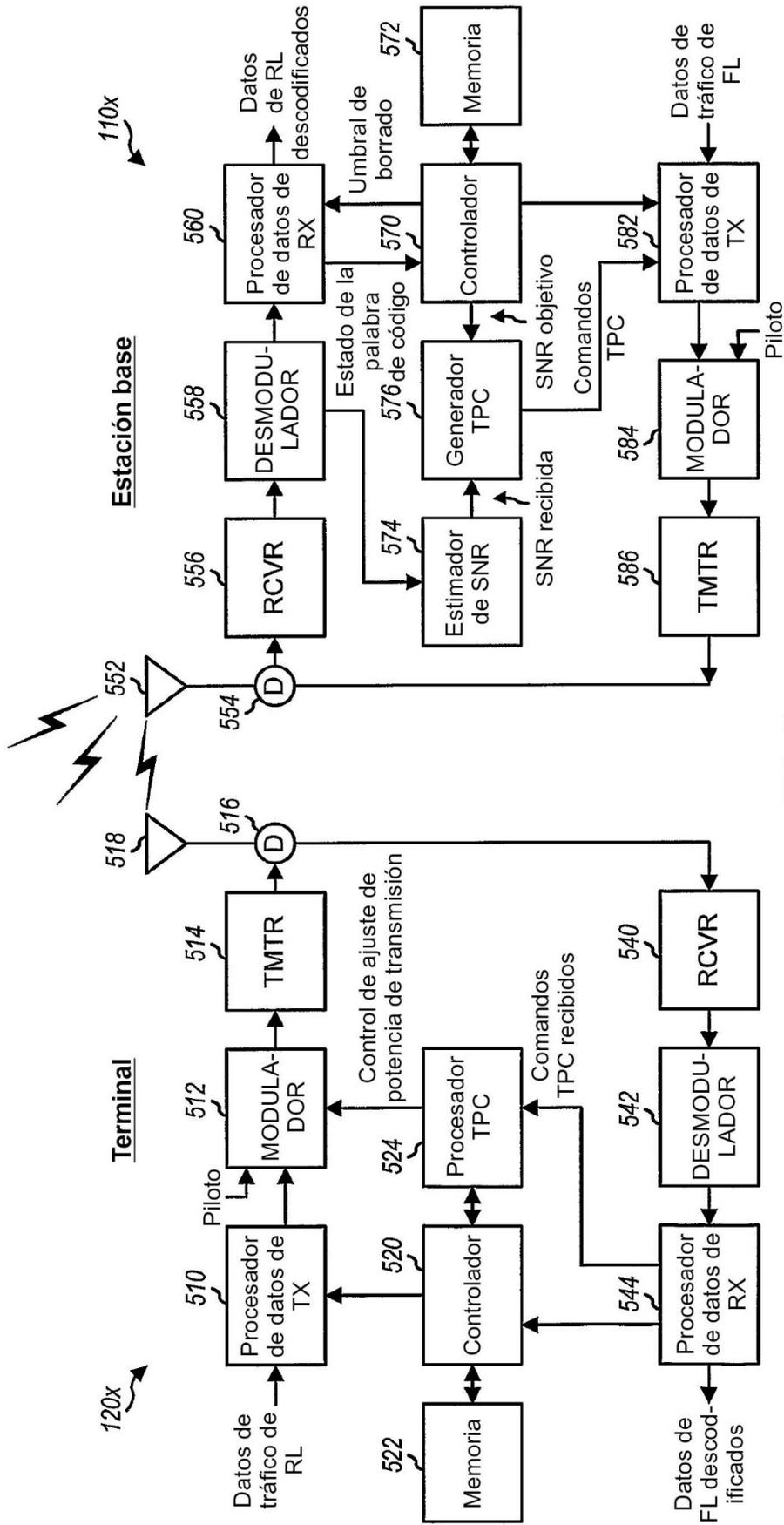


FIG. 5