



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 845**

51 Int. Cl.:
H04B 7/005 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04030131 .9**

96 Fecha de presentación : **20.12.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1672813**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.06.2006**

54 Título: **Método y dispositivo para el control de potencia en un sistema de comunicaciones inalámbricas.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.09.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.09.2011

73 Titular/es: **Telefonaktiebolaget LM Ericsson (publ)**
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es: **Andersson, Lennart;**
Bernhardsson, Bo;
Lindoff, Bengt y
Nilsson, Johan

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 364 845 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

Método y dispositivo para el control de potencia en un sistema de comunicaciones inalámbricas.

5 **Campo técnico de la invención**

La presente invención está relacionada con un método para generar una orden de control de potencia en un transceptor de un sistema de comunicaciones inalámbricas. La invención está relacionada también con una unidad de control de potencia y un medio legible por ordenador configurado para implementar el método y un transceptor de comunicaciones inalámbricas que comprende la unidad de control de potencia. La presente invención está relacionada también con un método para controlar el nivel de potencia de las señales transmitidas en un sistema de comunicaciones inalámbricas a un primer transceptor desde un segundo transceptor.

10 **Descripción de la técnica relacionada**

En sistemas de comunicaciones inalámbricas, el canal de transmisión entre un transmisor y un receptor está formado por un radioenlace. Como ejemplo, el transmisor podría ser una estación base y el receptor podría ser el equipo de usuario, tal como una estación móvil (para la dirección de la transmisión por enlace descendente), o viceversa (para la dirección de la transmisión por enlace ascendente).

El control de potencia en sistemas de comunicaciones inalámbricas se emplea para compensar las variaciones en el canal (tal como los retardos de propagación y efectos del desvanecimiento) y para asegurar que se mantiene una calidad de transmisión aceptable para todos los usuarios del sistema.

El desvanecimiento por caminos múltiples es debido a las reflexiones de una señal de propagación por radio enviada desde un transmisor a un receptor. Podría originar que el nivel de potencia de una señal recibida varíe muy rápidamente con profundos descensos por desvanecimiento de vez en cuando. Para compensar este efecto, se utiliza típicamente un bucle cerrado de control de potencia.

En muchos sistemas de comunicaciones inalámbricas, tales como el WCDMA (Acceso Múltiple por División de Código en Banda Ancha), la potencia es el recurso más importante, ya que los distintos usuarios en diferentes canales están transmitiendo simultáneamente sobre la misma frecuencia de radio. Es por tanto importante mantener el nivel de potencia transmitida sobre cada canal lo más bajo posible, al tiempo que se mantiene una aceptable calidad del rendimiento en el receptor. Además, en el WCDMA, necesita minimizarse el problema "cerca-lejos". El cerca-lejos se refiere a la relación de la potencia de la señal desde una estación móvil cercana a una estación base, con respecto a una estación móvil lejana desde la estación base, que necesita ser tan próxima a la unidad como sea posible (es decir, la estación base necesita recibir la potencia de la señal del mismo orden desde todas las estaciones móviles, independientemente de su distancia desde la estación base, para evitar que un usuario bloquee a los demás).

La solución es típicamente un bucle cerrado de control de potencia que ajuste la potencia transmitida, con el fin de mantener un valor estimado de la Relación de Señal a Interferencia (SIR) en un valor objetivo dado (un valor de referencia de la SIR). En la solución del 3GPP (Proyecto de Asociación de Tercera Generación) para un sistema WCDMA con el número de especificación 25.214 "Procedimientos de la capa física (FDD)", se describe el control de potencia para un sistema WCDMA. El bucle cerrado de control de potencia para el WCDMA, por enlace ascendente o por enlace descendente, comprende típicamente elementos para formar un bucle interno de control de potencia y un bucle externo de control de potencia, en un receptor de un dispositivo en un sistema de comunicaciones inalámbricas.

El bucle externo de control de potencia fija típicamente un valor de referencia de la SIR basándose en una desviación de un valor estimado de la tasa de errores de bloques (BLER) desde un valor de referencia de BLER. El bucle interno de control de potencia compara el valor SIR estimado con el valor SIR de referencia. Basándose en esta comparación, el bucle interno fija una solicitud de potencia, una orden de Control de Potencia Transmitida (TPC), para ser enviada a un transmisor de otro dispositivo en un sistema de comunicaciones inalámbricas. La orden TPC indica si el cambio requerido es aumentar o disminuir la potencia transmitida. El bucle externo funciona típicamente a una velocidad mucho menor que la del bucle interno. Para un sistema WCDMA de 3GPP, el funcionamiento del bucle externo se efectúa a una velocidad de 10 - 100 Hz, mientras que el funcionamiento del bucle interno se puede realizar a una velocidad de 1500 Hz.

En un sistema WCDMA, se recoge típicamente un cierto número de bits de datos en un bloque de transporte, y hay varios bloques de transporte contenidos en un Intervalo del Tiempo de Transmisión (TTI). Un bloque de transporte comprende un número (1 - 8) de tramas (cada una de 10 ms) transmitidas durante un TTI. Un receptor, con el fin de descodificar los datos de un bloque de transporte, necesita típicamente recibir el TTI completo; y el bucle externo de control de potencia actualiza el valor de referencia de la SIR una vez cada TTI, que es de 10 - 80 ms para el sistema WCDMA del 3GPP.

El valor real del SIR variará sin embargo dentro del TTI, aun cuando el valor de referencia de la SIR se mantenga constante dentro de ese tiempo. Así, las órdenes de TPC que se producen en base a ventanas durante un TTI, pueden ser óptimas para la primera ventana, pero no óptimas para el resto de ventanas en el mismo TTI.

5 Las solicitudes de patente ya publicadas con los números WO 03/055098, WO 01/20808 y US 2002/0187802 son ejemplos de documentos de la técnica anterior en la misma área técnica.

10 El documento WO 03/055098 describe un método de control de potencia que es complementado con una débil estimación de la información (tal como una tasa de errores de bits no codificados) y una regulación adicional para producir una referencia de SIR basada en la comparación entre la estimación de la tasa de bits de errores y una referencia de la tasa de bits de errores no codificados.

15 Es un propósito de uno o más modos de realización de la presente invención, proporcionar un método para generar y actualizar o ajustar el valor de referencia de SIR varias veces durante un TTI, de tal manera que se minimiza el efecto de que varíen los valores de SIR durante el TTI.

Sumario de la invención

20 De acuerdo con uno o más modos de realización de la invención, el problema anterior y otros problemas se resuelven con un método y una unidad de control de potencia para generar una orden de control de la potencia en un transceptor (tal como una estación móvil o una estación base) en un sistema de comunicaciones inalámbricas. La presente invención está relacionada con un método de acuerdo con la reivindicación independiente 1 y una unidad de control de potencia de acuerdo con la reivindicación independiente 16. La unidad de control de potencia puede ser implementada en un transceptor de comunicaciones inalámbricas, que puede ser una estación móvil o una estación base. En las reivindicaciones dependientes se definen modos de realización ventajosos.

De acuerdo con uno o más modos de realización de la invención, se configura un medio legible por ordenador para implementar el método para generar una orden de control de potencia.

30 El método es ajustar un valor de referencia para la medición de la calidad, teniendo en cuenta las variaciones del valor estimado de la medición de la calidad, generando un valor eficaz de la medición de la calidad que se corresponde con la medición de la calidad en un cierto valor constante. Para los diversos modos de realización, el valor estimado de la medición de la calidad puede ser un valor estimado de la relación de señal a interferencia (SIR) y el valor de referencia de la medición de la calidad puede ser un valor de referencia de la SIR. El valor estimado de la SIR puede estimarse basándose en símbolos piloto recibidos. De forma similar, el valor de la medición de la calidad efectiva puede ser un valor de la SIR efectiva y el valor de referencia ajustado de la calidad de la medición puede ser un valor ajustado de referencia de la SIR.

40 Además, para los diversos modos de realización, un periodo de tiempo puede ser dividido en varios sub-periodos. La generación del valor de referencia ajustado de la medición de la calidad puede hacerse en cada sub-periodo. Más en particular, el periodo de tiempo predefinido puede ser uno o más intervalos de tiempo de transmisión en un sistema de acceso múltiple por división de código en banda ancha (WCDMA), y el sub-periodo puede ser una ventana o fracción de ventana en un sistema WCDMA.

45 De acuerdo con los diversos modos de realización de la invención, el valor de referencia de la medición de la calidad, tal como un valor de referencia de la SIR, será ajustado y actualizado con más frecuencia que en las soluciones de la técnica anterior, permitiendo generar órdenes de control de potencia con más precisión. Mediante eso, un sistema de control de potencia que implemente estos métodos funcionará más eficazmente y la capacidad global del sistema de comunicaciones inalámbricas será aumentada. Además, pueden evitarse peticiones de potencia innecesarias de los diversos usuarios del sistema de comunicaciones inalámbricas.

50 Las características y ventajas anteriores no limitan la presente invención, y los expertos en la técnica reconocerán características y ventajas adicionales con la lectura de la siguiente descripción detallada, y observando los dibujos que se acompañan.

55 **Breve descripción de los dibujos**
Se describirán ahora los modos de realización de la invención con más detalle, haciendo referencia a los dibujos, en los cuales:

60 La figura 1 es una ilustración de un sistema de control de potencia empleado en un sistema de comunicaciones inalámbricas.

La figura 2 ilustra un diagrama de bloques de una unidad de control de la técnica anterior en un sistema de

comunicaciones inalámbricas WCDMA del 3GPP.

La figura 3 ilustra una estructura de tiempos en un sistema de comunicaciones inalámbricas WCDMA del 3GPP.

La figura 4 ilustra un diagrama de bloques de una unidad de control de potencia, de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

La figura 5a muestra una ilustración gráfica de valores de SIR; los valores de referencia de SIR y el valor eficaz de referencia de SIR en función del tiempo, obtenido por los modos de realización de la invención.

La figura 5b muestra una ilustración gráfica de valores de SIR; los valores de referencia de SIR y el valor eficaz de referencia de SIR en función del tiempo, obtenido por los modos de realización de la invención.

La figura 6 es un ejemplo de un diagrama de flujo de una regulación de referencia de SIR, realizada por un bucle externo de control, de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

Descripción detallada de modos de realización de la invención

La figura 1 ilustra un sistema 600 de control de potencia que funciona como un bucle cerrado de control de potencia, en una dirección de un sistema de comunicaciones inalámbricas. El sistema 600 de control de potencia comprende al menos un primer transceptor 601 y un segundo transceptor 602. Se comunican entre sí por un canal 603 de transmisión inalámbrica con señales de radio que transportan distintas clases de información. El primer transceptor 601 comprende al menos un primer receptor 604, al menos un primer transmisor 605 y al menos una unidad 606 de control de potencia que puede ser, por ejemplo, la unidad 100 o 300 de control de potencia que se describirá a continuación con relación a la figura 2 y a la figura 4. El segundo transceptor 602 comprende al menos un segundo receptor 607 y al menos un segundo transmisor 608. Si el primer transceptor 601 es una estación base y/o un controlador de red radio en un sistema de comunicaciones inalámbricas, el sistema 600 de control de potencia se emplea para la dirección de transmisión del enlace ascendente; y viceversa, si el primer transceptor 601 es una unidad móvil en el sistema de comunicaciones móviles, el sistema 600 de control de potencia se emplea para la dirección de transmisión del enlace descendente. Sin embargo, el sistema de control de potencia puede ser empleado útilmente tanto en el enlace ascendente como en el enlace descendente. Si es así, el escenario del enlace ascendente del segundo transceptor comprendería también una segunda unidad de control de potencia. Sin embargo, con el fin de simplificar la descripción del sistema 600 de control de potencia, la unidad 606 de control de potencia de la figura 1 se muestra solamente en el primer transceptor 601. Se transmite una señal 609 de información desde el segundo transmisor 608 sobre el canal 603 de transmisión inalámbrica, que afecta a la señal de una manera aleatoria y desconocida antes de ser recibida por el primer receptor 604. El primer receptor 604 procesa la señal; por ejemplo, amplificando, filtrando, convirtiendo su frecuencia hacia abajo, muestreando, deshaciendo la dispersión, descodificando y deshaciendo la intercalación; y forma una señal recibida y procesada 610, que es introducida en la unidad 606 de control de potencia, la cual produce la orden 611 de control de potencia de transmisión (TPC). La orden 611 de TPC es procesada por medio del primer transmisor 605 para formar una señal 612 de radio que transporta la orden TPC para la transmisión por el canal 603 de transmisión inalámbrica. La señal 612 de radio de TPC es recibida y procesada por el segundo receptor 607 para formar una señal 613 de control, que es introducida para controlar el nivel de potencia del segundo transmisor 608. La señal transmitida 609 de datos es controlada después en su potencia transmitida.

La figura 2 muestra un diagrama esquemático de bloques de una unidad 100 de control de potencia de la técnica anterior utilizada en un dispositivo móvil de un sistema de comunicaciones inalámbricas WCDMA basado en la especificación 3GPP, donde el control de la potencia está soportado típicamente tanto en la dirección de propagación por el enlace ascendente como en por el enlace descendente. La unidad 100 de control de potencia será asociada con un receptor en la estación base para el control de la potencia del enlace ascendente y con el receptor de la estación móvil para el control de potencia del enlace descendente.

La finalidad del bucle exterior de control de potencia en un dispositivo de un sistema de comunicaciones inalámbricas es fijar y ajustar continuamente un valor de referencia para una medición de la calidad de la señal para que la tenga como objetivo el bucle interno de control de potencia. Típicamente, el valor de la medición de la calidad es un valor de señal a interferencia (SIR), y el valor de referencia de medición de la calidad es un valor 102 de referencia de SIR. Un estimador 106 de SIR genera un valor estimado 103 de SIR a partir de los símbolos piloto 107 y proporciona un valor estimado 103 de SIR en un elemento 104 del bucle interno. Como los símbolos piloto 107 con conocidos en el receptor y han experimentado las mismas condiciones de propagación sobre el canal de transmisión inalámbrica que la señal de información, se puede estimar el valor de SIR para la señal de información.

El elemento 104 del bucle interno de control de potencia afecta al nuevo valor de SIR produciendo que las órdenes 105 de Control de Potencia de Transmisión (TPC) sean enviadas a otro dispositivo (no ilustrado) en el sistema de comunicaciones inalámbricas que informa cómo ese dispositivo debe ajustar su potencia transmitida. La potencia transmitida se ajusta típicamente de una manera predeterminada. Si el valor estimado 103 de la SIR está por debajo del valor 102 de referencia de la SIR, se envía una orden 105 de TPC al transmisor para aumentar su potencia, y si el valor estimado 103 de la SIR está por encima del valor 102 de referencia de la SIR, se envía una orden 105 de

TPC al transmisor para disminuir su potencia. La potencia transmitida se ajusta típicamente en pasos discretos de decibelios (dB). El tamaño del paso es un parámetro de la red configurado por el sistema de comunicaciones inalámbricas y para el WCDMA es $\pm 0,5$; 1; 1,5 o 2 dB. Se envía una nueva orden 105 de TPC en cada ventana, que es cada $10/15 = 0,667$ ms, o equivalente: el bucle interno 104 está funcionando a una frecuencia de 1500 Hz para compensar el rápido desvanecimiento.

El valor 102 de referencia de la SIR se genera y se controla por medio de un elemento 101 del bucle externo de control, basándose en un valor 108 de referencia de la Tasa de Errores de Bloques (BLER), que es un parámetro de la red fijado por el sistema de comunicaciones inalámbricas, y un valor estimado 109 de BLER, una medición adicional de calidad para los bloques de datos recibidos. Un estimador 110 de BLER basa su estimación para el valor estimado de BLER de un canal de transporte, en los bits de errores de la Comprobación de Redundancia Cíclica (CRC) de cada bloque de datos. Estos bits tienen propiedades de codificación especiales, de forma que si se averigua que son erróneos, los bits del bloque de transporte se consideran descodificados de errores por el receptor. El receptor procesa los bits de error de CRC y forma un señalizador 111 de error de CRC. Este señalizador está en un estado de "no fijado", se supone que será posible recuperar correctamente el bloque de datos en el receptor. En otro caso, si el señalizador está "fijado", todo el bloque se considera erróneo. El valor BLER estimado para un canal de transporte se averigua procesando los señalizadores 111 de errores de CRC en el estimador 110 de BLER.

El elemento 101 del bucle externo de control actualiza el valor 102 de referencia de SIR una vez cada Intervalo de Tiempo de Transmisión (TTI), que es 10 - 80 ms para el sistema WCDMA de 3GPP. Un bloque de transporte o de código comprende un número (1 - 8) de tramas (cada una de 10 ms de duración), transmitidas durante un TTI. El bucle externo funciona por tanto mucho más lentamente que el bucle interno, que actualiza en su lugar la orden 105 de TPC en cada ventana (0,667 ms).

En la figura 3, se ilustra una estructura típica de tiempos en un sistema WCDMA. Un TTI 201 consiste de 1 a 8 tramas 202 de radio. Cada trama 202 de 10 ms es dividida en 15 ventanas 203, cada una de una longitud de 2560 segmentos (0,26 μ s por segmento) o $10/15 = 0,667$ ms de tiempo. Cada ventana 203 se corresponde con un periodo de control de potencia para el bucle interno. Por ejemplo, sobre un canal físico exclusivo por enlace descendente (DPCH) de WCDMA, cada ventana 203 transporta los bits de datos, la orden TPC, los bits piloto y un Indicador de Canal de Transporte (TPCI). Los bits de datos y los bits piloto son codificados como símbolos (no ilustrados), donde cada uno de ellos representa un número de bits. El número total de bits de una ventana se determina por el factor de dispersión (SF) de WCDMA. El valor del SF está, para el WCDMA, en la gama de 2 a 512.

El propósito principal del control de potencia en un sistema de comunicaciones inalámbricas es típicamente controlar la potencia enviada por los transmisores, de tal manera que se mantiene y continúa la medición de la calidad en el receptor en un valor de referencia dado. Sistemas diferentes pueden utilizar mediciones de calidad diferentes y combinaciones de distintas mediciones de calidad. En una solución WCDMA, el valor 108 de referencia de BLER puede ser actualizado, por ejemplo, cada TTI, pero en realidad la actualización del valor 108 de referencia de BLER se hace con menos frecuencia. El valor 102 de referencia de SIR, en las soluciones de la técnica anterior, se mantiene típicamente constante para cada TTI, que puede tener una duración de hasta 80 ms, dependiendo del número de tramas por cada TTI. En la realidad, el valor real de la SIR, y por tanto del valor estimado 103 de SIR, varía durante ese tiempo. Esto es debido a los efectos del desvanecimiento, al ruido y a otras perturbaciones, que a su vez dependen del movimiento relativo del receptor y del transmisor, que son normalmente difíciles de compensar por completo para el control de potencia.

Por esta razón, la orden 105 de TPC puede ser actualizada basándose en un valor 102 de referencia de SIR que ya no es el valor de referencia ideal para el tiempo restante del TTI. El valor del BLER es una medición medida o estimada de la calidad y depende, en un bloque de transporte recibido, de las variaciones de la SIR durante un TTI correspondiente. Esto significa que el valor de BLER variará entre los TTI con el mismo valor de referencia de SIR, que puede dar como resultado una BLER demasiado alta o bien peticiones innecesarias de alta potencia desde el transmisor, que a su vez da como resultado una capacidad reducida del sistema, es decir, un número reducido de usuario simultáneos en el sistema de comunicaciones.

Una finalidad de los modos de realización de la presente invención es por tanto ajustar el valor de referencia para que la medición de la calidad tenga en cuenta estas variaciones. Esto se consigue calculando un nuevo valor intermedio de la medición de la calidad, que se corresponde con un valor constante de la medición de la calidad en el mismo valor de BLER. Un correspondiente valor intermedio de referencia de la medición de la calidad se genera también en un primer controlador del elemento del bucle externo y es introducido en un nuevo segundo controlador o regulador incluido, o asociado, con el elemento del bucle externo o el elemento del bucle interno. El valor intermedio de referencia de la medición de la calidad puede ser generado, por ejemplo, una vez cada periodo de tiempo, una vez cada TTI, y es generado basándose en la regulación del valor estimado de BLER hacia el valor de referencia de BLER. El segundo controlador genera a su vez el valor de referencia de la medición de la calidad una vez cada sub-

periodo, por ejemplo, una vez por ventana, basándose en la diferencia entre el valor intermedio calculado de la medición de la calidad y el valor de referencia intermedio de la medición de la calidad. Un calculador de valores intermedios de la medición de la calidad, que puede estar incluido, o asociado, con el elemento de bucle externo o el elemento del bucle interno, deduce el valor intermedio de medición de la calidad, como será descrito en detalle a continuación, basándose en el valor estimado de la medición de la calidad. El valor de referencia de la medición de la calidad y el valor estimado de la medición de la calidad son introducidos también en un tercer controlador, el elemento del bucle interno, que genera una orden de control de potencia una vez cada sub-periodo, donde la orden indica un ajuste de potencia requerido para otro dispositivo de transmisión de comunicaciones inalámbricas.

5 Para fines de ilustración, se hace referencia ahora a la SIR como medición de la calidad para el elemento del bucle interno y a la BLER como una medición adicional de la calidad para el elemento del bucle externo, pero debe entenderse que la invención no está limitada a esta combinación de mediciones de calidad. Por ejemplo, la tasa de errores de bits (VER) es otra posible elección para la medición de la calidad para el elemento del bucle externo.

15 El valor de BLER depende de los valores de SIR durante un TTI correspondiente. Si el valor de SIR fuera constante, habría una relación entre el valor de SIR y el valor de BLER, de forma tal que un valor de SIR más alto representaría un valor de BLER más bajo y viceversa. Sin embargo, el valor de SIR es en realidad variable, pero el receptor necesita mantener una BLER constante (baja). Por ejemplo, cuando el valor de SIR varía durante un TTI, sería beneficioso calcular, o predecir, un valor de una SIR constante que correspondería a una cierta BLER. De acuerdo con un modo de realización de la presente invención, tal valor de SIR se calcula para formar un valor intermedio de medición de la calidad, en este caso llamado SIR eficaz, indicado como $\overline{\text{SIR}}$. Así, obtener un cierto valor de BLER es equivalente a obtener un cierto valor deseado de SIR eficaz. Este valor eficaz de SIR se calcula basándose en un número de valores estimados de SIR durante el periodo de tiempo en curso, por ejemplo un TTI. El valor de $\overline{\text{SIR}}$ se actualiza cada sub-periodo, por ejemplo cada ventana. En uno o más modos de realización de la invención, el valor de referencia de SIR se ajusta varias veces durante un periodo de tiempo, es decir, varias veces durante un TTI. Se genera un nuevo valor de referencia de SIR basándose en una cierta SIR eficaz una vez cada sub-periodo, que puede ser por ejemplo una ventana o fracción de ventana.

20 El valor de $\overline{\text{SIR}}$ puede ser un valor medio de los distintos valores de SIR durante la duración de un TTI, que puede ser por ejemplo 1, 2, 4 u 8 tramas. Al predecir el valor de $\overline{\text{SIR}}$ y permitiendo que el valor de referencia de SIR sea actualizado dentro del periodo de tiempo, por ejemplo el TTI, los efectos de la variación de valores estimados de SIR son tenidos en cuenta por el sistema de control de potencia

25 El valor de $\overline{\text{SIR}}$ puede ser definido y se puede predecir o calcular de diversas maneras.

30 En las ecuaciones 1, 2 y 3 se ilustran ejemplos de definiciones.

Una SIR eficaz lineal es un promedio lineal y está definido por

$$40 \quad \overline{\text{SIR}} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \text{SIR}(k), \quad (1)$$

donde N es el número de valores de SIR obtenidos durante un periodo de tiempo, por ejemplo durante el TTI. N puede ser por tanto igual también al número de sub-periodos comprendidos en el TTI. Si por ejemplo se estima un nuevo valor de SIR en cada ventana, N será igual al número de ventanas en el TTI, que para el WCDMA es un entero entre 1 y 8. Sin embargo, debe observarse que el $\overline{\text{SIR}}$ puede ser calculado para cualquier sub-periodo y N no necesita por tanto ser el número de sub-periodos en el periodo de tiempo.

Alternativamente, se puede utilizar una SIR eficaz logarítmica. Está definida por

$$50 \quad 10 \cdot \log \overline{\text{SIR}} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N 10 \cdot \log \text{SIR}(k) \quad (2)$$

Como otra alternativa más, se puede utilizar una SIR eficaz exponencial, y está definida por

$$55 \quad e^{-\overline{\text{SIR}}} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N e^{-\text{SIR}(k)} \quad (3)$$

Se ha averiguado empíricamente que estas definiciones establecen una correspondencia entre la SIR eficaz y una BLER de maneras ligeramente diferentes, por tanto las distintas implementaciones pueden utilizar definiciones diferentes. Se ha averiguado que la SIR eficaz lineal y la SIR eficaz logarítmica sería totalmente útiles si las variaciones

de SIR son pequeñas, y en la gama de valores de SIR bajos; mientras que la SIR eficaz exponencial proporciona también una correspondencia de baja incertidumbre para variaciones mayores de SIR. Alternativamente, se pueden utilizar diferentes combinaciones de definiciones para calcular la SIR eficaz, basándose en la gama de valores estimados de SIR.

5 Con referencia ahora a la figura 4, se ilustra un diagrama de bloques de un ejemplo de unidad 300 de control de potencia, de acuerdo con uno o más modos de realización de la presente invención. Se ilustra una unidad 300 de control de potencia que comprende un primer controlador 303, un segundo controlador 302 y un tercer controlador 312. Los controladores pueden ser realizados, por ejemplo, como reguladores PI o PID, aunque se pueden utilizar otros reguladores. Comparado con la técnica anterior de la figura 2, el elemento 301 del bucle externo puede comprender un elemento regulador adicional, el segundo controlador 302 que puede ser un controlador de \overline{SIR} . El elemento 301 del bucle externo comprende además un primer controlador 303 que puede ser un controlador de BLER, que compara el valor estimado 304 de BLER (estimado en un estimador 316 de BLER basado en señalizadores 315 de errores de CRC) con un valor 305 de referencia de BLER, y genera un valor 306 de referencia de \overline{SIR} una vez cada periodo de tiempo, por ejemplo una vez cada TTI. El valor 306 de referencia de \overline{SIR} es introducido en el segundo controlador, el controlador 302 de \overline{SIR} . Además, se produce un valor estimado 307 de SIR por medio del estimador 308 de SIR, basado en los símbolos piloto 314 recibidos y procesados, una vez cada sub-periodo, por ejemplo una vez por ventana. El valor estimado 307 de SIR es introducido en el elemento 312 del bucle interno y, de acuerdo con uno o más modos de realización de la invención, es introducido también en el calculador 310 de \overline{SIR} . El calculador 310 de SIR calcula el valor eficaz de SIR, \overline{SIR} 311, por ejemplo mediante cualquiera de las ecuaciones 1, 2 o 3, basándose en el valor estimado 307 de SIR. El \overline{SIR} 311 puede ser generado y actualizado una vez por sub-periodo. El calculador 310 de \overline{SIR} y el segundo controlador 302 pueden ser incluidos, o asociados, con el elemento 301 del bucle externo o con el elemento 312 del bucle interno. El valor 311 de \overline{SIR} es introducido en el controlador 302 de \overline{SIR} , que compara el valor 311 de \overline{SIR} con el valor 306 de referencia de \overline{SIR} y produce un valor 309 de referencia de SIR. Esto se realiza una vez cada sub-periodo. Este valor de referencia es actualizado por tanto varias veces dentro del periodo de tiempo de un TTI. El valor 309 de referencia de SIR es generado una vez cada sub-periodo y es la referencia introducida en el tercer controlador 104, el elemento del bucle interno. La finalidad del control realizado por el controlador 302 de \overline{SIR} es minimizar el error (error de \overline{SIR} eficaz) entre el valor de \overline{SIR} eficaz requerido, que es el valor 306 de referencia de \overline{SIR} , y el valor eficaz real 311 de SIR, actualizando el valor 309 de referencia de SIR varias veces durante el periodo de tiempo.

El calculador 310 de \overline{SIR} necesita además hacer un seguimiento del tiempo, en cuyo instante dentro del TTI está relacionado el valor actual de \overline{SIR} . La unidad 300 de control de potencia puede ser asociada por tanto con un temporizador para registrar la expiración de un periodo de tiempo y el registro de los sub-periodos. El temporizador es actualizado consecuentemente para hacer un seguimiento de qué sub-periodo, de los N posibles sub-periodos del periodo de tiempo, está siendo procesado.

Puede hacerse una optimización con respecto a los valores de referencia de SIR en cada ventana en muchos TTI. Puede incluirse un peso en el valor de referencia de SIR en la optimización, con el fin de mantener el valor de referencia de SIR lo más pequeño posible.

En un ejemplo de modo de realización de la invención, la optimización funciona de manera que minimiza el error de la \overline{SIR} eficaz, y se realiza minimizando el error absoluto de la \overline{SIR} eficaz en M periodos de tiempo de TTI. En la ecuación 4 se ilustra este error:

$$\overline{SIR}_{error} = \sum_{m=1}^M |\overline{SIR}_{ref}(m) - \overline{SIR}(m)| \quad (4)$$

Una nueva selección óptima, de acuerdo con los criterios anteriores, de un valor de referencia de SIR, puede ser calculada cada vez que se hace una nueva medición o estimación de la SIR, esto es, cada sub-periodo, por ejemplo una vez cada ventana.

En la optimización, se necesita tener en cuenta varias consideraciones, tales como la dinámica entre el valor de referencia de SIR y el valor real de SIR, y tales como las limitaciones y restricciones en el valor de la SIR y la tasa de cambio de los valores de SIR. Por ejemplo, en un sistema WCDMA, hay limitaciones tales como tamaños permitidos del paso de potencia y con qué frecuencia cambiar el valor de la SIR. En WCDMA, solamente es posible cambiar el valor de referencia de SIR entre ventanas consecutivas. La potencia se disminuye o se aumenta en pasos fijos, normalmente de 1 dB.

En otro modo de realización de la invención, se realiza una optimización considerando solamente el TTI actual ($M =$

1) y con respecto al resto de valores de referencia de SIR de ese TTI en un sub-periodo específico del periodo de tiempo,

$$\text{SIR}_{ref}(n+1), \dots, \text{SIR}_{ref}(N), \quad (5)$$

para los $N-n$ valores restantes de referencia de SIR, donde N es el número total de valores de SIR durante un periodo de tiempo, por ejemplo un TTI. Esto da como resultado una solución sub-óptima. Al final de un TTI, cuando se acaba el tiempo para obtener la SIR eficaz correcta, los valores óptimos de la referencia de SIR se desviarán más, típicamente, del valor de referencia de la SIR eficaz. El valor final de referencia de la SIR, $\text{SIR}_{ref}(N)$, puede estar lejos del valor de referencia de la SIR eficaz, el valor de referencia de $\overline{\text{SIR}}$. Esto puede originar un problema de control para el TTI subsiguiente, ya que los cambios instantáneos del valor de SIR quedan impedidos por la dinámica. Por tanto, en otro modo de realización más de la invención, se coloca un peso o restricción adecuados en el valor final de referencia de la SIR para mejorar el rendimiento del bucle de control, para los intervalos de tiempo de transmisión subsiguientes.

Las soluciones presentadas anteriormente dan como resultado algoritmos de control variables con el tiempo, pero se pueden considerar también algoritmos de control invariables con el tiempo.

Ahora se ofrecerá una discusión con mayor detalle para un ejemplo de modo de realización de un algoritmo de control para el controlador 302 de $\overline{\text{SIR}}$. Este algoritmo puede ser realizado con baja complejidad para la solución sub-óptima, cuando se considera solamente un TT actual ($M=1$) y con respecto a los restantes valores de referencia de SIR de ese TTI. Si se supone que hay un nuevo valor de referencia de SIR estimado en cada sub-periodo, que puede ser por ejemplo una ventana de un TTI, y que para las restantes ventanas de tiempo del periodo (en un número específico de ventana, n) tal como el TTI, es posible obtener $\text{SIR}(n) = \text{SIR}_{ref}(n)$, entonces será posible con cambios instantáneos del valor de SIR. Entonces puede hacerse la optimización para cada TTI individualmente.

En lo que sigue, la terminología para un valor de referencia de $\overline{\text{SIR}}$ será $\overline{\text{SIR}}_{ref}$ y para un valor de referencia de SIR, SIR_{ref} .

La figura 5a y la figura 5b muestran dos ejemplos de ilustraciones gráficas de los criterios en que se apoya la elección del valor de referencia de SIR en la ventana número $n+1$, basándose en la información hasta la ventana número n . Para fines de ilustración, los valores de SIR están dibujados como líneas rectas no realistas. En n , el valor de referencia de SIR necesita ser elegido de manera que se cumpla el objetivo del controlador 302 de $\overline{\text{SIR}}$, siendo el objetivo generar valores de SIR_{ref} para obtener la misma área, igual a $N \cdot \overline{\text{SIR}}_{ref}$, por debajo de la curva de SIR_{ref} y de la curva de SIR durante N sub-periodos del periodo de tiempo.

Para obtener este objetivo, se necesita escoger un valor para los restantes valores de referencia de SIR, en adelante indicados como $\Delta S(n+1)$, en la ventana número $n+1$, donde $n+1 = \{1, \dots, N\}$, de manera que

$$\Delta S(n+1) = N \cdot \overline{\text{SIR}}_{ref} - S_n, \quad (6a)$$

donde S_n es la contribución al área desde n valores de SIR, un valor acumulado de SIR, y $\Delta S(n+1)$ es la contribución del área desde los $N-n$ valores restantes de referencia de SIR que todavía han de obtenerse. La figura 5a y la figura 5b ilustran dos escenarios de contribución de SIR al área en la ventana número n . S_n se calcula por ejemplo por una de las ecuaciones 1 - 3. El valor de $\overline{\text{SIR}}_{ref}$ fue obtenido por la comparación del valor BLER estimado con el valor de referencia de BLER en el controlador de BLER. La figura 5b muestra una situación en la que se requiere un $\Delta S(n+1)$ mayor, en comparación con la situación de la figura 5a.

Si el valor de $\Delta S(n+1)$ en la ventana número $n+1$ se hace cero o negativo, el valor de referencia de la señal a interferencia necesita ser fijado en un valor umbral mínimo durante el tiempo restante del periodo de tiempo. El valor umbral mínimo podría ser fijado, por ejemplo, en cero.

Si se utiliza la SIR eficaz lineal como definición de la $\overline{\text{SIR}}$, los restantes valores de referencia de SIR, es decir, $\Delta S(n+1)$, deben ser elegidos de forma que se cumplirá que

$$N \cdot \overline{\text{SIR}}_{ref} = \sum_{k=1}^n \text{SIR}(k) + \sum_{k=n+1}^N \text{SIR}_{ref}(k) \quad (6b)$$

La primera parte del lado derecho de la ecuación 6b es entonces igual a la definición de S_n con la SIR eficaz lineal y la segunda parte es igual a la elección del diseño de $\Delta S(n+1)$.

La ecuación 6b puede reescribirse como

$$\sum_{k=1}^n (\overline{\text{SIR}}_{ref} - \text{SIR}(k)) + \sum_{k=n+1}^N (\overline{\text{SIR}}_{ref} - \text{SIR}_{ref}(k)) = 0 \quad (7)$$

5 Si todos los valores restantes de referencia de SIR se eligen iguales, se obtiene la varianza más pequeña en la SIR real. Esto significa que el nuevo valor de referencia de SIR en el siguiente instante de tiempo, en la ventana $n+1$, debe ser elegido de forma que

$$\text{SIR}_{ref}(n+1) = \overline{\text{SIR}}_{ref} + K_i \sum_{k=1}^n (\overline{\text{SIR}}_{ref} - \text{SIR}(k)), \quad K_i = \frac{1}{N-n} \quad (8)$$

10 La ecuación 8 puede ser expresada en términos de las definiciones en la ecuación 6a como

$$\text{SIR}_{ref}(n+1) = \frac{\Delta S(n+1)}{N-n} = K_i \cdot \Delta S(n+1) \quad (9)$$

15 Alternativamente, utilizando en su lugar la SIR eficaz exponencial, la menor varianza de SIR se obtiene si se elige el nuevo valor de referencia de SIR de forma que

$$e^{-\text{SIR}_{ref}(n+1)} = e^{-\overline{\text{SIR}}_{ref}} + K_i \sum_{k=1}^n \left(e^{-\overline{\text{SIR}}_{ref}} - e^{-\text{SIR}(k)} \right), \quad K_i = \frac{1}{N-n} \quad (10)$$

20 En este caso, la correspondiente definición de S_n es:

$$S_n = \sum_{k=1}^n e^{-\text{SIR}(k)},$$

25 y $\Delta S(n+1) = N \cdot e^{-\overline{\text{SIR}}_{ref}} - S_n$, que puede ser diseñado de manera que sea

$$\Delta S(n+1) = \sum_{k=n+1}^N e^{-\text{SIR}_{ref}(k)}.$$

30 También se ilustra en la ecuación 11 una alternativa para un nuevo valor de referencia de SIR que ha de obtenerse en $n+1$, cuando está basado en el SIR eficaz logarítmica:

$$\log \text{SIR}_{ref}(n+1) = \log \overline{\text{SIR}}_{ref} + K_i \sum_{k=1}^n (\log \overline{\text{SIR}}_{ref} - \log \text{SIR}(k)),$$

$$K_i = \frac{1}{N-n} \quad (11)$$

35 En este caso, las definiciones correspondientes se convierten en

$$S_n = \sum_{k=1}^n \log(\text{SIR}(k)) \quad \text{y} \quad \Delta S(n+1) = N \cdot \log(\overline{\text{SIR}}_{ref}) - S_n, \quad \text{donde } \Delta S(n+1) \text{ puede ser diseñado}$$

40 como
$$\Delta S(n+1) = \sum_{k=n+1}^N \log(\text{SIR}_{ref}(k))$$

El factor K_i es una constante que determina el número de ventanas durante las cuales se puede corregir una SIR eficaz incorrecta. La corrección puede ser extendida a varias ventanas. La corrección durante una ventana se co-

responde a $K_i = 1$, es decir, toda la corrección se realiza solamente una vez, y la corrección durante un número fijo de ventanas se corresponde con una constante $K_i \leq 1$. El cálculo de la SIR_{ref} para la siguiente ventana $n+1$ se realiza con la SIR y la \overline{SIR}_{ref} estimadas de las ventanas anteriores.

5 Un valor negativo de referencia de SIR se corresponde con una situación en la que hay conocimiento del sistema de que el valor eficaz de SIR para el TTI actual será suficiente. Después, el transmisor puede desconectar su potencia dando como resultado un valor cero para la SIR.

10 La figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un método 500 para determinar un valor de referencia de SIR en la ventana $n+1$, utilizando un valor de SIR eficaz. En lo que sigue, se utiliza un ejemplo de SIR eficaz lineal. El sub-periodo está dentro del periodo de tiempo y el método 500 se ejecuta una vez cada sub-periodo para todos los N sub-periodos dentro del periodo de tiempo. En lo que sigue, se supone que el sub-periodo es una ventana y el periodo de tiempo es un TTI en un sistema inalámbrico WCDMA; sin embargo, los periodos de tiempo de la presente invención no están limitados a estos periodos de tiempo.

15 En el paso 501, se genera un valor estimado de SIR basado en los símbolos piloto recibidos y la estimación es introducida en el calculador de \overline{SIR} en la ventana n . Además, un valor de referencia de \overline{SIR} , que ha sido generado por el controlador de BLER basándose en el valor de referencia de BLER y en el valor estimado de BLER, es introducido en el controlador de \overline{SIR} . Entonces el método continúa en el paso 502, en el cual el calculador de \overline{SIR} actualiza un valor acumulado de SIR, S_n , con el valor actual estimado de SIR. S_n es el \overline{SIR} basado en el número de ventana 1, ... n . S_n es introducido en el controlador de \overline{SIR} y después el método continúa en el paso 504. En el paso 504, se hace una comprobación de si es el inicio de un nuevo TTI. Si $n=N$, el TTI anterior acaba de terminar, por tanto hay un nuevo TTI. Si éste es el caso, el valor acumulado de SIR, S_n y n son fijados en cero en el paso 503 de inicialización. Si en el paso 504, se averiguó que no se está al comienzo de un nuevo TTI, $\Delta S(n+1)$ se calcula de acuerdo con la ecuación 6a en el paso 505. Puede ser observado gráficamente como el área más a la derecha en cualquiera de los gráficos de la figura 5a y 5b. Este área ilustra los restantes valores de referencia de SIR por el tiempo que queda del TTI. Después, en el paso 506, el valor de referencia de SIR, válido para el número de ventana $n+1$, es generado por el controlador de \overline{SIR} de acuerdo con cualquiera de las ecuaciones 8, 9, 10 u 11, dependiendo de qué definición de SIR eficaz se utilice.

20 El valor de referencia de SIR es entregado después desde el controlador de \overline{SIR} e introducido en el elemento del bucle interno en el paso 507. Después se actualiza el número de ventana n en el paso 508. Después el proceso se inicia otra vez en el paso 501. Este valor de referencia de SIR se supone ahora que es válido para todas las restantes ventanas hasta N ; sin embargo, en la siguiente ejecución, se actualiza de nuevo el valor de referencia de SIR. El proceso continúa a lo largo de todo el TTI con la nueva actualización del valor de referencia de SIR en cada ventana.

35 En realidad, los cambios instantáneos del valor de referencia de SIR, como se ha estudiado anteriormente, no se utilizan, sino que en lugar del valor de referencia de SIR se cambia normalmente por un paso fijo, por ejemplo de 1 dB. Cuando se acerca el final de un TTI, quedando una cantidad de tiempo limitada para alcanzar el nivel deseado del valor de referencia de \overline{SIR} , puede existir el problema de grandes variaciones no deseadas hacia arriba y hacia abajo en el valor de la SIR. Por tanto, puede haber la necesidad de cumplir una condición final con una restricción del valor final fijado. Así, en otro modo más de realización de la invención, se necesita cumplir una restricción del valor final de la SIR, como será estudiado con más detalle a continuación. En este caso, se utiliza para la ilustración la SIR efectiva logarítmica, como se define en la ecuación 2.

40 Manteniendo el valor actual de referencia de la SIR hasta que se está cerca del final del TTI, y escalando después (en pasos) hacia el valor correcto, es decir, el valor de referencia de \overline{SIR} , siempre que el valor de SIR sea igual al valor de referencia de SIR, se tiene como resultado la siguiente contribución a la SIR eficaz, $A(n)$:

$$A(n) = (N - n) \cdot SIR_{ref}^{dB}(n) + \frac{\overline{SIR}_{ref}^{dB} - SIR_{ref}^{dB}(n)}{2} \left(1 + \frac{|\overline{SIR}_{ref}^{dB} - SIR_{ref}^{dB}(n)|}{SIR_{step}^{dB}} \right), \quad (12)$$

45 donde la SIR_{step}^{dB} es el tamaño del paso de la SIR en decibelios (dB) y donde la primera parte del lado derecho de ecuación 12 es análogo al área por debajo de una curva de SIR en función del tiempo sin rampa, y la segunda parte es la contribución de área desde la parte en rampa. $A(n)$ se mide por tanto en decibelios (dB).

Se efectúa un aumento o disminución del valor de referencia de SIR, dependiendo de si la contribución esperada es demasiado pequeña o demasiado grande.

Esto conduce a un valor de referencia de SIR (en decibelios) para la siguiente ventana $n+1$, que es igual a

$$SIR_{ref}^{dB}(n+1) = SIR_{ref}^{dB}(n) + sign\left(N \cdot \overline{SIR}_{ref}^{dB} - \sum_{k=1}^n SIR_{ref}^{dB}(k) - A(n)\right) \cdot SIR_{step}^{dB} \quad (13)$$

Se necesita satisfacer una condición final, cuando n se aproxima a N , y viene dada por la desigualdad

$$\left| \overline{SIR}_{ref}^{dB} - SIR_{ref}^{dB}(n+1) \right| < (N - n) \cdot SIR_{step}^{dB} \quad (14)$$

Mediante aproximaciones, se puede escribir por ejemplo un algoritmo simplificado de la ecuación 12, como

$$A(n) \approx \left(N - n - \frac{n_{ramp}}{2}\right) \cdot SIR_{ref}^{dB}(n), \quad (15)$$

donde n_{ramp} es un supuesto promedio o número típico de pasos necesarios por la rampa en final de un TTI. En este modo de realización habrá por tanto un compromiso entre el área deseada y el último valor de referencia de SIR. Si el valor de referencia de SIR tiene que estar al nivel del valor de referencia de \overline{SIR} en la última ventana de un TTI, con el fin de tener un valor óptimo de inicio para el siguiente TTI, entonces la rampa descendente o ascendente al final podría dar como resultado un área total ligeramente diferente del área óptima pretendida.

En otro modo de realización más, la invención puede aumentar la capacidad del sistema si se utiliza de una manera tal que se ahorre potencia. Debido a la codificación, puede ser posible predecir el éxito de la transmisión en curso de un bloque, antes de que todos los bits del bloque codificado hayan sido recibidos. El descodificador puede ser capaz, por ejemplo, de reconstruir el bloque completo antes de haber recibido todos los bits. Entonces, es posible reducir la potencia, o equivalentemente el valor SIR, durante la parte restante del TTI. Esto es posible debido al hecho de que la calidad de los bits restantes no tendrá influencia en el éxito de la recepción del bloque en curso. Esto disminuirá la potencia necesaria y por tanto aumentará la capacidad del sistema.

En otro modo más de realización, se puede utilizar un valor de SIR eficaz como parámetro de planificación adicional de la red, utilizado por las estaciones base. Entonces, el valor SIR asociado con una cierta unidad móvil puede ser aumentado durante las partes del TTI y disminuido para otras partes del TTI, siempre que el valor de SIR eficaz, y por tanto el valor de BLER, sean el mismo. Esta manera de planificar la potencia transmitida desde cada unidad móvil del sistema, mejora también la capacidad del sistema.

Con referencia nuevamente a la figura 1, se ilustra esquemáticamente un sistema de control de potencia en el cual funcionarían los algoritmos de control de potencia de acuerdo con modos de realización de la invención. La al menos una unidad 606 de control de potencia puede ser, por ejemplo, la unidad 300 de control de potencia descrita anteriormente con respecto a la figura 4.

Aunque se han descrito e ilustrado modos de realización de la invención, ésta no está restringida a ellos, sino que puede ser materializada también de otras maneras dentro del alcance de la materia objeto definida en las reivindicaciones siguientes. Por ejemplo, mientras que los modos de realización de la invención han sido descritos con respecto al WCDMA, la invención no está limitada a eso, sino que puede ser aplicable ciertamente a otros sistemas de comunicaciones inalámbricas y combinaciones de diferentes sistemas de comunicaciones inalámbricas. Además, el método de control de potencia puede estar soportado tanto por el enlace ascendente como para el descendente.

El término "transceptor" utilizado en esta memoria incluye diversas clases de unidades de comunicaciones móviles presentes en un sistema de comunicaciones móviles. Además, la presente invención no está limitada a transceptores de banda única o de modo único, sino que incluye transceptores que dan servicio a más de un sistema de comunicaciones inalámbricas.

Los términos "unidad móvil" o "estación móvil" utilizados en esta memoria, incluyen varias clases de equipos portátiles de comunicaciones inalámbricas, tales como teléfonos móviles, buscapersonas, organizadores electrónicos, teléfonos inteligentes, comunicadores, auriculares y otros aparatos de comunicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para generar una orden de control de potencia en un transceptor (601, 602) de un sistema de comunicaciones inalámbricas, comprendiendo el método
- 5 calcular un valor (306) de referencia de medición de la calidad por medio de un primer controlador (303) cada cierto periodo de tiempo, donde el periodo de tiempo está dividido en un número de sub-periodos;
- generar un valor estimado (307) de medición de la calidad de al menos una señal recibida en el transceptor en cada sub-periodo;
- 10 generar una orden (313) de control de potencia que dependa del valor estimado (307) de medición de la calidad y del valor (306) de referencia de la medición de la calidad, por medio de un tercer controlador (312) en cada sub-periodo;
- caracterizado porque** el método comprende además,
- calcular, una vez cada sub-periodo, un valor eficaz (311) de la medición de la calidad a partir de los valores estimados (307) de medición de la calidad, recogidos durante el periodo de tiempo;
- 15 generar un valor ajustado (309) de referencia de medición de la calidad, por medio de un segundo controlador (302) en cada sub-periodo, que dependa de una diferencia entre el valor eficaz (311) de medición de la calidad y dicho valor (306) de referencia de medición de la calidad; y
- generar la orden de control de potencia por medio del tercer controlador (312) en cada sub-periodo, comparando el valor estimado (307) de medición de la calidad con el valor ajustado (309) de referencia de medición de la calidad.
- 20
2. El método según la reivindicación 1, donde el paso de calcular el valor eficaz (311) de la medición de la calidad comprende calcular al menos uno entre un promedio lineal, un promedio exponencial y un promedio logarítmico, a partir de los valores estimados (307) de medición de la calidad recogidos durante el periodo de tiempo.
- 25
3. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 2, en el que el valor estimado (307) de medición de la calidad es un valor estimado de la relación de señal a interferencia; y el valor (306) de referencia de medición de la calidad es un valor de referencia de la relación de señal a interferencia.

- 30 4. El método según la reivindicación 3, en el que el paso de generar el valor ajustado (309) de referencia de la relación de señal a interferencia para un periodo dado $n+1$, comprende calcular

$$SIR_{ref}(n+1) = \overline{SIR}_{ref} + K_i \sum_{k=1}^n (\overline{SIR}_{ref} - SIR(k)),$$

- 35 donde SIR_{ref} es el valor ajustado (309) de referencia de la relación de señal a interferencia, \overline{SIR}_{ref} es el valor (306) de referencia de la relación de señal a interferencia, K_i es una constante y $SIR(k)$ es el valor estimado (307) de la relación de señal a interferencia para el sub-periodo de orden k .

- 40 5. El método según la reivindicación 3, en el que el paso de generar el valor ajustado (309) de referencia de la relación de señal a interferencia para un sub-periodo dado, $n+1$, comprende calcular

$$e^{-SIR_{ref}(n+1)} = e^{-\overline{SIR}_{ref}} + K_i \sum_{k=1}^n \left(e^{-\overline{SIR}_{ref}} - e^{-SIR(k)} \right),$$

- 45 donde SIR_{ref} es el valor ajustado (309) de referencia de la relación de señal a interferencia, \overline{SIR}_{ref} es el valor (306) de referencia de la relación de señal a interferencia, K_i es una constante y $SIR(k)$ es el valor estimado (307) de la relación de señal a interferencia para el sub-periodo de orden k .

6. El método según la reivindicación 3, en el que el paso de generar el valor ajustado (309) de referencia de la relación de señal a interferencia para un sub-periodo dado $n+1$, comprende calcular

50
$$\log SIR_{ref}(n+1) = \log \overline{SIR}_{ref} + K_i \sum_{k=1}^n (\log \overline{SIR}_{ref} - \log SIR(k)),$$

- 55 donde SIR_{ref} es el valor ajustado (309) de referencia de la relación de señal a interferencia, \overline{SIR}_{ref} es el valor (306) de referencia de la relación de señal a interferencia, K_i es una constante y $SIR(k)$ es el valor estimado (307) de la relación de señal a interferencia para el sub-periodo de orden k .

7. El método según cualquiera de las reivindicaciones 4 - 6, en el que $K_i = 1/(N-n)$; donde N es un número de

sub-periodos en el periodo de tiempo y n es un número de sub-periodo en curso.

- 5 8. El método según cualquiera de las reivindicaciones 4 - 7, donde el paso de generar el valor ajustado de referencia de la relación de señal a interferencia comprende además fijar el valor ajustado de referencia de la relación de señal a interferencia en un valor umbral predeterminado para el resto del tiempo del periodo de tiempo, si el valor $SIR_{ref}(n+1)$ se hace cero o negativo.
9. El método según la reivindicación 8, en el que el valor umbral predeterminado está fijado en cero.
- 10 10. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 9, en el que el sistema de comunicaciones inalámbricas es un sistema de acceso múltiple por división de código en banda ancha.
11. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 10, en el que el periodo de tiempo es al menos un intervalo (201) de tiempo de transmisión en un sistema de acceso múltiple por división de código en banda ancha.
- 15 12. El método según cualquiera de las reivindicaciones 4 - 9, en el que el sub-periodo es una ventana (203) en un sistema de acceso múltiple por división de código en banda ancha.
13. El método según cualquiera de las reivindicaciones 4 - 9, en el que el sub-periodo es una fracción de una ventana en un sistema de acceso múltiple por división de código en banda ancha.
- 20 14. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 13, en el que el transceptor es una estación móvil.
15. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 13, en el que el transceptor es una estación base.
- 25 16. Una unidad (300) de control de potencia para uso en un transceptor de comunicaciones inalámbricas, donde la unidad de control de potencia comprende
- 30 un primer controlador (303) configurado para calcular, en cada periodo de tiempo, un valor (306) de referencia de la medición de la calidad; donde el periodo de tiempo está dividido en un número de sub-periodos; un estimador (308) de la calidad de la medición, configurado para generar, en cada sub-periodo, un valor estimado (307) de medición de la calidad de al menos una señal recibida en el transceptor; un elemento (312) del bucle interno configurado para generar una orden (313) de control de potencia, en cada sub-periodo, dependiendo del valor estimado (307) de medición de la calidad y el valor (306) de referencia de medición de la calidad.
- 35 c a r a c t e r i z a d o porque la unidad de control de potencia comprende además un calculador (310) configurado para calcular, una vez en cada sub-periodo, un valor eficaz (311) de la medición de la calidad, a partir de valores estimados (307) de medición de la calidad recogidos durante el periodo de tiempo;
- 40 un segundo controlador (302) configurado para generar, en cada sub-periodo, un valor ajustado (309) de medición de la calidad, dependiente de una diferencia entre el valor eficaz (311) de medición de la calidad y dicho valor (306) de referencia de medición de la calidad; y donde el elemento (312) del bucle interno está configurado para generar, en cada sub-periodo, la orden (313) de control de potencia, comparando el valor estimado (307) de medición de la calidad con el valor ajustado (309) de medición de la calidad.
- 45 17. La unidad de control de potencia según la reivindicación 16, en la que el calculador (310) está configurado para generar el valor eficaz (311) de medición de la calidad, calculando al menos uno entre un promedio lineal, un promedio exponencial y un promedio logarítmico de los valores estimados (307) de medición de la calidad recogidos durante el periodo de tiempo.
- 50 18. La unidad de control de potencia según cualquiera de las reivindicaciones 16 - 17, en la que el valor estimado (307) de medición de la calidad es un valor estimado de la relación de señal a interferencia; y el valor (306) de referencia de medición de la calidad es un valor de referencia de la relación de señal a interferencia.
- 55 19. La unidad de control de potencia según la reivindicación 18, en la que el segundo controlador (302) está configurado para generar el valor ajustado (309) de referencia de la relación de señal a interferencia para un periodo dado $n+1$, calculando

$$SIR_{ref}(n+1) = \overline{SIR}_{ref} + K_i \sum_{k=1}^n (\overline{SIR}_{ref} - SIR(k)),$$

60 donde SIR_{ref} es el valor ajustado (309) de referencia de la relación de señal a interferencia, \overline{SIR}_{ref} es el valor (306) de referencia de la relación de señal a interferencia, K_i es una constante y $SIR(k)$ es el valor estimado (307) de la rela-

ción de señal a interferencia para el sub-periodo de orden k .

5 20. La unidad de control de potencia según la reivindicación 18, en la que el segundo controlador está configurado para generar el valor ajustado (309) de referencia de la relación de señal a interferencia para un sub-periodo dado, $n+1$, calculando

$$e^{-\text{SIR}_{ref}(n+1)} = e^{-\overline{\text{SIR}}_{ref}} + K_i \sum_{k=1}^n \left(e^{-\overline{\text{SIR}}_{ref}} - e^{-\text{SIR}(k)} \right),$$

10 donde SIR_{ref} es el valor ajustado (309) de referencia de la relación de señal a interferencia, $\overline{\text{SIR}}_{ref}$ es el valor (306) de referencia de la relación de señal a interferencia, K_i es una constante y $\text{SIR}(k)$ es el valor estimado (307) de la relación de señal a interferencia para el sub-periodo de orden k .

15 21. La unidad de control de potencia según la reivindicación 18, en la que el segundo controlador (302) está configurado para generar el valor ajustado (309) de referencia de la relación de señal a interferencia para un sub-periodo dado, $n+1$, calculando

$$\log \text{SIR}_{ref}(n+1) = \log \overline{\text{SIR}}_{ref} + K_i \sum_{k=1}^n \left(\log \overline{\text{SIR}}_{ref} - \log \text{SIR}(k) \right),$$

20 donde SIR_{ref} es el valor ajustado (309) de referencia de la relación de señal a interferencia, $\overline{\text{SIR}}_{ref}$ es el valor (306) de referencia de la relación de señal a interferencia, K_i es una constante y $\text{SIR}(k)$ es el valor estimado (307) de la relación de señal a interferencia para el sub-periodo de orden k .

25 22. La unidad de control de potencia según cualquiera de las reivindicaciones 19 - 21, en la que $K_i = 1/(N-n)$; donde N es un número de sub-periodos en el periodo de tiempo y n es un número de sub-periodo en curso.

30 23. La unidad de control de potencia según cualquiera de las reivindicaciones 18 - 22, donde el segundo controlador (302) está configurado además para generar el valor ajustado de referencia de la relación de señal a interferencia como un valor umbral predeterminado para el resto del tiempo del periodo de tiempo, si el valor $\text{SIR}_{ref}(n+1)$ se hace cero o negativo.

24. La unidad de control de potencia según la reivindicación 23, en la que el valor umbral predeterminado está fijado en cero.

35 25. La unidad de control de potencia según cualquiera de las reivindicaciones 16 - 24, en la que el periodo de tiempo es al menos un intervalo (201) de tiempo de transmisión en un sistema de acceso múltiple por división de código en banda ancha.

40 26. La unidad de control de potencia según cualquiera de las reivindicaciones 19 - 22, en la que el sub-periodo es una ventana (203) en un sistema de acceso múltiple por división de código en banda ancha.

27. La unidad de control de potencia según cualquiera de las reivindicaciones 19 - 22, en la que el sub-periodo es una fracción de una ventana en un sistema de acceso múltiple por división de código en banda ancha.

45 28. Un transceptor de comunicaciones inalámbricas que comprende una unidad de control de potencia, según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 27.

29. El transceptor de comunicaciones inalámbricas, según la reivindicación 28, en el que el transceptor de comunicaciones inalámbricas es una estación móvil de un sistema de comunicaciones inalámbricas.

50 30. El transceptor de comunicaciones inalámbricas, según la reivindicación 28, en el que el transceptor de comunicaciones inalámbricas es una estación base de un sistema de comunicaciones inalámbricas.

55 31. Un medio legible por ordenador, que tiene almacenado en él un código de programa para realizar el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, cuando dicho código de programa se ejecuta en el procesador de un ordenador.

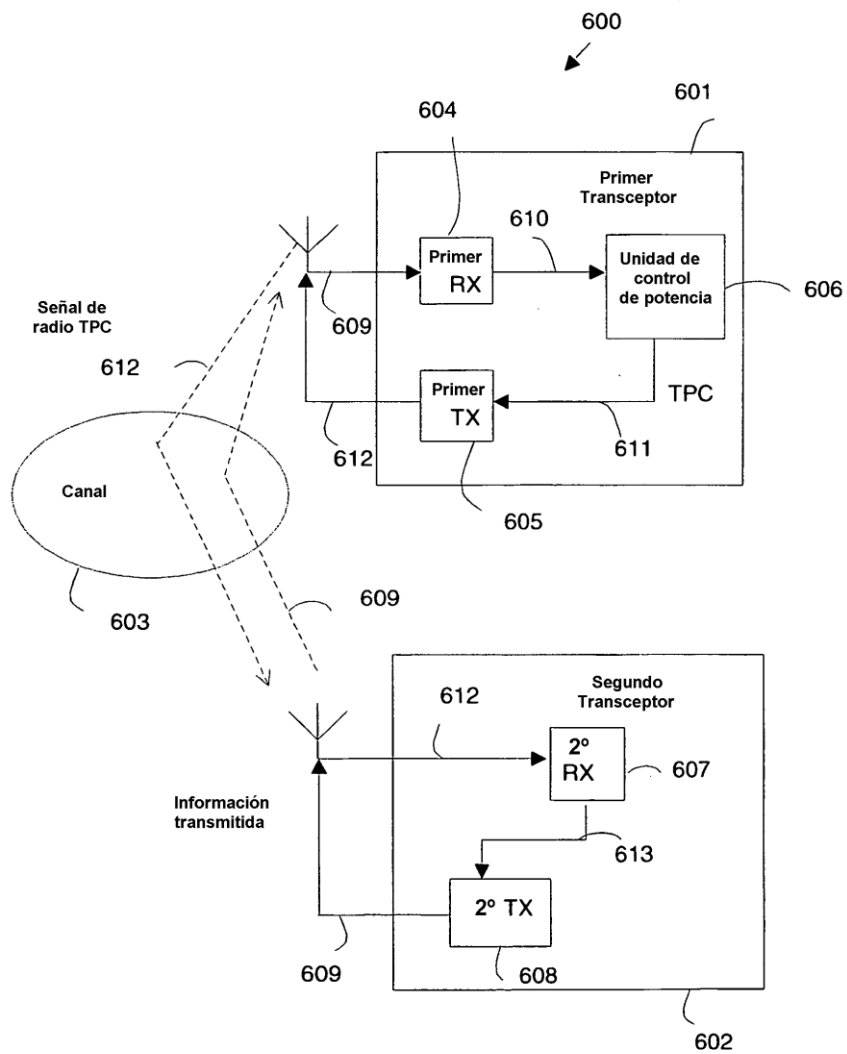


Fig. 1

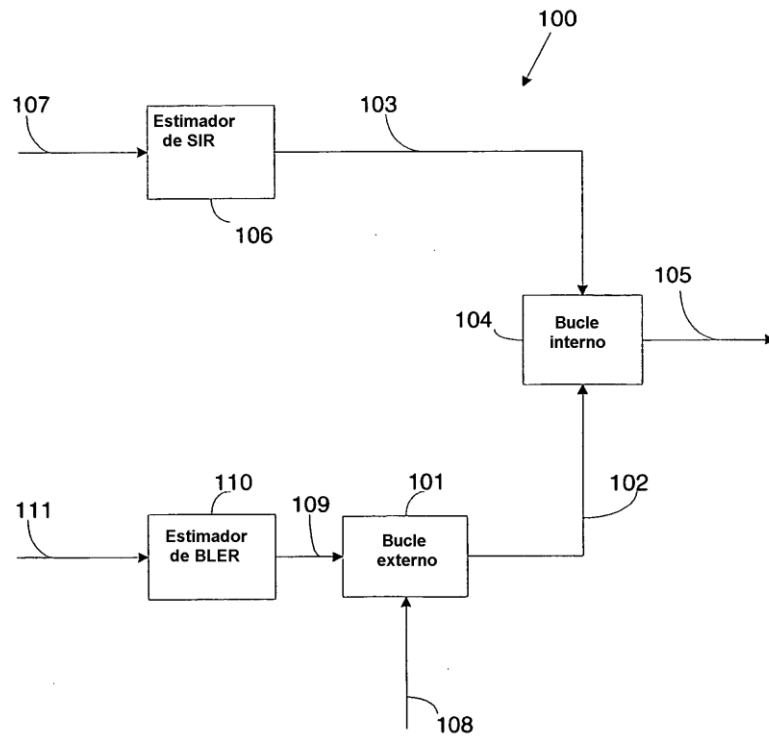


Fig. 2
(Técnica anterior)

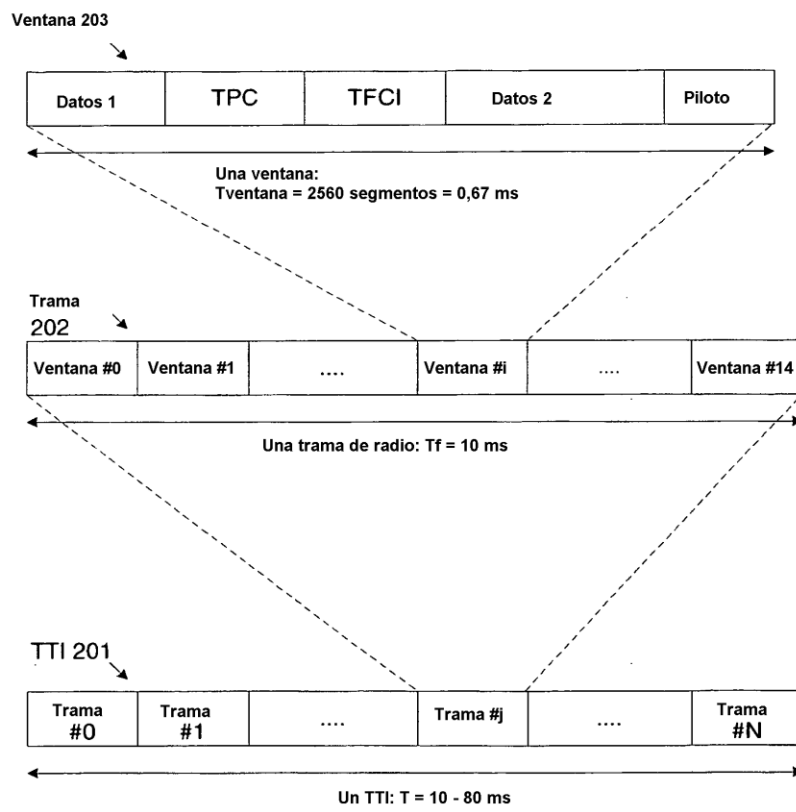


Fig. 3

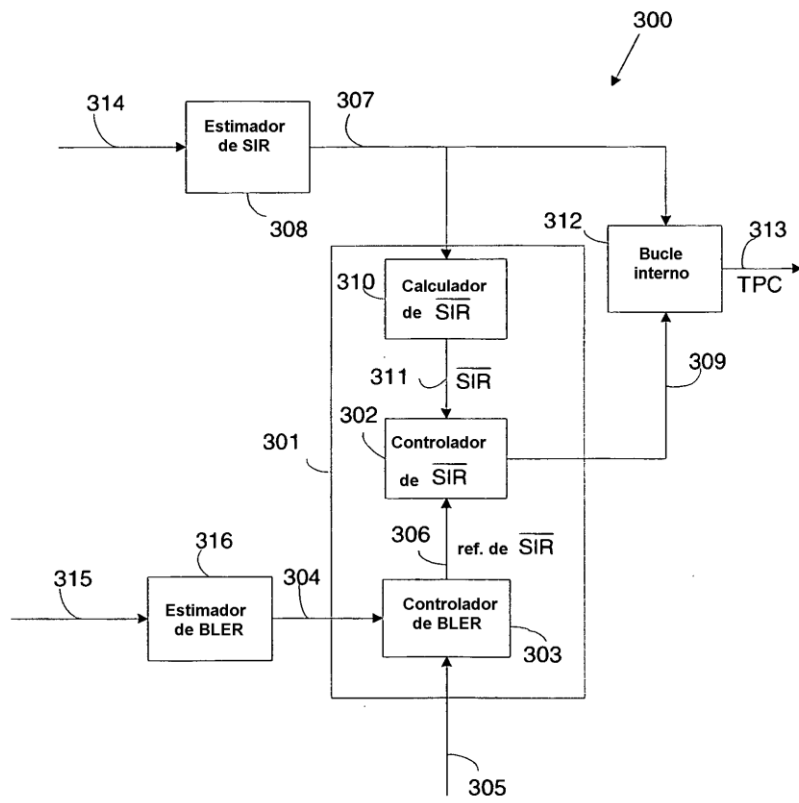
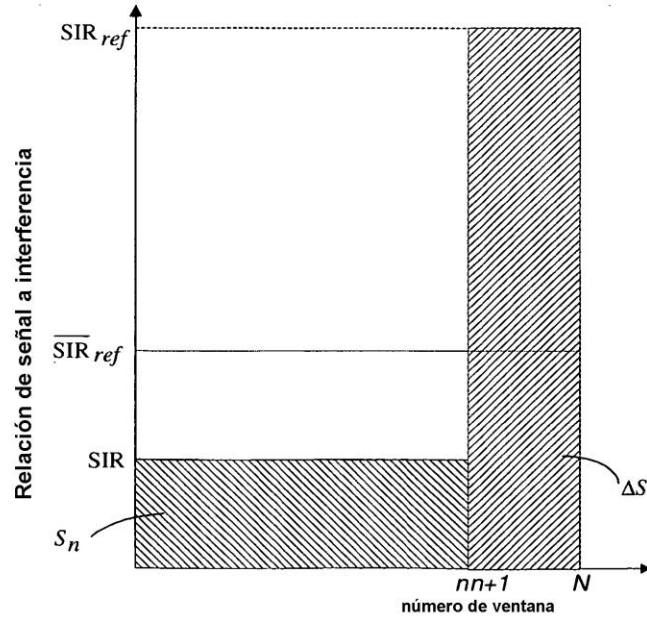
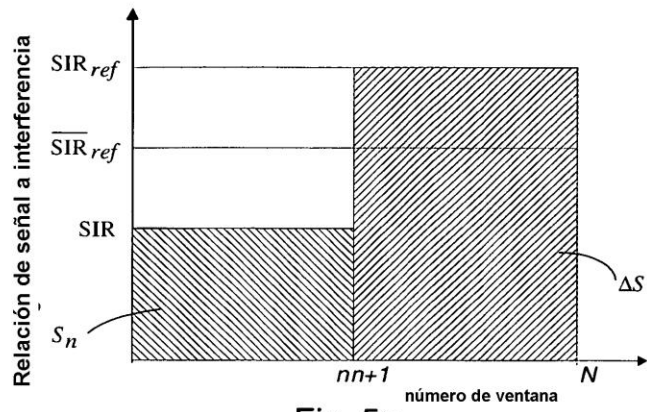


Fig. 4



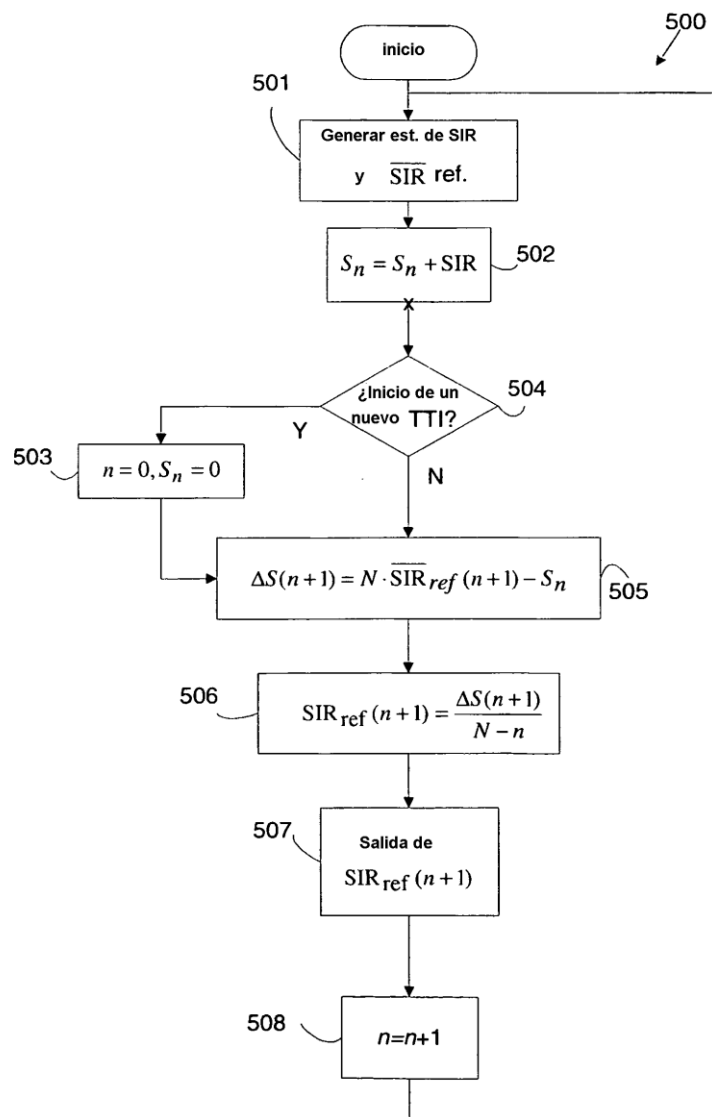


Fig. 6