



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 446**

51 Int. Cl.:  
**H04B 17/00** (2006.01)  
**H04W 52/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06724181 .0**  
96 Fecha de presentación : **10.04.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1869807**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.12.2007**

54 Título: **Método de predicción SIR y aparatos.**

30 Prioridad: **14.04.2005 US 105797**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**03.11.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**03.11.2011**

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

72 Inventor/es: **Reial, Andres y**  
**Cairns, Douglas, A.**

74 Agente: **De Elzaburu Márquez, Alberto**

**ES 2 367 446 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 de predicción SIR y aparatos.

### ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

5 La presente invención se refiere generalmente a receptores inalámbricos, y más particularmente a estimar una métrica de calidad de señal, es decir, una signal-to-interference ratio (SIR – Relación de Señal-a-Interferencia), en un receptor inalámbrico.

10 Los receptores en redes inalámbricas típicamente estiman una o más métricas de calidad de señal para procesar los datos recibidos, con el fin de evaluar las condiciones del canal, y/o de generar señales de control relativas a condiciones actuales del canal. Una métrica de calidad de señal de particular interés para receptores inalámbricos es la signal-to-interference (SIR – Relación -de-Señal-a-Interferencia) asociada con las señales recibidas. Los receptores convencionales típicamente calculan la SIR de las señales recibidas y utilizan la SIR calculada, por ejemplo, para generar una orden de control de potencia o una channel quality indication (CQI – Indicación de Calidad de Canal). Por ejemplo una estación de telefonía móvil puede transmitir una orden de control de potencia determinada basándose en una SIR estimada a la estación de base para controlar la potencia transmitida desde la estación de base en un canal de comunicación de enlace descendente. De manera similar, una estación de telefonía móvil puede proporcionar a la estación de base una channel quality indication (CQI – Indicación de Calidad de Canal) basándose en la SIR estimada. La estación de base puede utilizar la CQI para la adaptación del enlace y el control de la velocidad.

20 La precisión de la información acerca del canal depende de la precisión de las estimaciones de la SIR. A su vez, la precisión de las estimaciones de la SIR depende de la cantidad de tiempo disponible para llevar a cabo el cálculo, de la complejidad de la arquitectura del receptor y/o de las restricciones de la arquitectura existente.

En el documento US 5305468 A se describe un proceso que utiliza una predicción lineal adaptativa para predecir estimaciones de potencia de una señal recibida en una estación de base.

25 En el documento US 2002/021682 A1 se describe un método de control de potencia para un sistema de comunicaciones en el que se estima una SIR de cancelación de post-interferencia de la señal de recepción.

### BREVE COMPENDIO DE LA INVENCIÓN

30 La presente invención comprende un circuito receptor y un método de estimación de métrica de calidad de señal para generar múltiples estimaciones de una métrica de calidad de señal, en el que cada estimación puede ser utilizada para diferentes operaciones asociadas con el receptor. Debido a que diferentes estimaciones están disponibles en diferentes momentos, una estimación generada en un intervalo de tiempo anterior puede ser utilizada para proporcionar de manera precisa información acerca del canal a la estación de base, tal como órdenes de control de potencia, CQI, etc., mientras que una estimación generada más tarde puede ser utilizada para procesar la señal recibida.

35 En particular, una realización de la presente invención determina una primera estimación de la métrica de calidad de señal basándose en estimaciones del canal correspondientes a las señales recibidas. Aplicar una desviación a la primera estimación genera una segunda estimación de la métrica de calidad de la señal. En esta realización, la primera estimación puede representar una métrica de calidad de señal para un primer tipo de receptor, tal como un receptor RAKE, mientras que la segunda estimación puede representar una métrica de calidad de señal para un segundo tipo de receptor, tal como un receptor generalized RAKE (G-RAKE - RAKE Generalizado). De acuerdo con una realización de ejemplo, las estimaciones primera y segunda son determinadas durante un intervalo de tiempo actual, mientras que la desviación utilizada para generar la segunda estimación es calculada durante un intervalo de tiempo previo desde una estimación final de la métrica de calidad de señal determinada a partir de correlaciones de degradación. Además, la presente invención determina una nueva estimación final de la métrica de calidad de señal durante el intervalo de tiempo actual basándose en correlaciones de degradación correspondientes a las señales recibidas en el intervalo de tiempo actual. Basándose en esta nueva estimación final, el receptor genera la desviación para un intervalo de tiempo subsiguiente. Como resultado, durante cada intervalo de tiempo asociado con las señales recibidas, un estimador puede modificar una primera estimación utilizando una desviación determinada en un intervalo de tiempo previo para generar una segunda estimación, y generar una desviación para un intervalo de tiempo subsiguiente.

50 En otra realización, debido a que la segunda estimación está disponible durante cualquier intervalo de tiempo actual antes que una estimación final determinada a partir de correlaciones de degradación, y debido a que la segunda estimación representa una aproximación de la estimación final, la segunda estimación puede ser utilizada para proporcionar de manera precisa la deseada información acerca del canal a la estación de base sin incurrir en el retardo en el tiempo normalmente asociado con la estimación final. De esta manera, mientras que la estimación final puede ser utilizada para procesar las señales recibidas, la segunda estimación puede ser utilizada para proporcionar información acerca del canal en el momento oportuno.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

La Figura 1 ilustra un diagrama de bloques para una red inalámbrica de ejemplo.

La Figura 2 ilustra un diagrama de bloques para circuitos receptores en una estación de telefonía móvil de ejemplo en la red inalámbrica de la Figura 1.

5 La Figura 3 ilustra un diagrama de bloques para un procesador de banda de base de ejemplo del circuito receptor de la Figura 2.

La Figura 4 ilustra un proceso de ejemplo para generar las estimaciones de SIR de acuerdo con la presente invención.

10 La Figura 5 ilustra un diagrama de bloques para un estimador de SIR de ejemplo de acuerdo con la presente invención.

La Figura 6 ilustra otro diagrama de bloques para un estimador de SIR de ejemplo.

**DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

15 La Figura 1 ilustra una red 10 de comunicación inalámbrica de ejemplo. Como se explica también en esta memoria, la red 10 de comunicación inalámbrica puede comprender una red de comunicación inalámbrica de espectro extendido. No obstante, como resultará evidente para los expertos en la materia, la presente invención es también aplicable a otros tipos de redes de comunicación inalámbrica.

20 La red 10 incluye al menos una estación de base 12 y al menos una estación de telefonía móvil 20. Las estaciones de telefonía móvil y las estaciones de base pueden ser denominadas genéricamente en esta memoria dispositivos de comunicación inalámbricos. Tal como se utiliza en esta memoria, el término “estación de telefonía móvil” puede  
 25 incluir un radioteléfono móvil con o sin una pantalla de multi-líneas; un terminal de Personal Communications System (PCS – Sistema de Comunicaciones Personal) que puede combinar un radioteléfono móvil con tratamiento de datos, facsímil y capacidades de comunicación de datos; un personal data assistant (PDA – Asistente de Datos Personal) que puede incluir un radioteléfono, buscapersoas, acceso a Internet/intranet, explorador de la Red, organizador, calendario y/o un receptor de global positioning system (GPS – Sistema de Ubicación Global, y un ordenador portátil convencional y/o receptor de ordenador de bolsillo u otras aplicaciones que incluyen un transceptor de radioteléfono. Las estaciones de telefonía móvil pueden llamarse también dispositivos de “cálculo extendido”.

30 La estación de base 12 transmite señales con uno o más símbolos en uno o más canales de enlace descendente a la estación de telefonía móvil 20. Las señales transmitidas incluyen típicamente señales de tráfico y de control. La estación de telefonía móvil 20 puede recibir las señales transmitidas directamente, o puede recibir versiones retardadas de las señales transmitidas debido a interferencia desde uno o más objetos que interfieren (no mostrados). La estación de telefonía móvil 20 procesa las señales transmitidas para reconstruir la información transmitida. Además, la estación de base 12 puede recibir señales transmitidas en uno o más canales de enlace ascendente por la estación de telefonía móvil 20. Estas señales de canal de enlace ascendente pueden comprender  
 35 señales de tráfico, información acerca de un canal, es decir órdenes de control de potencia, indicación de calidad de canal, etc.

40 La Figura 2 ilustra circuitos receptores para una estación de telefonía 20 de ejemplo con más detalle. Como se muestra en la Figura 2, los circuitos receptores de la estación de telefonía móvil 20 incluyen un receptor 24 y un procesador 36 de control. El receptor 24 recibe y procesa señales recibidas para generar estimaciones de símbolos recibidos. Un receptor 24 de ejemplo incluye un extremo frontal 26 de receptor y un procesador de banda de base  
 30. Un extremo frontal 26 de receptor típicamente incluye filtros, mezcladores y/o circuitos de conversión, tales como convertidores de analógico-a-digital, para producir una serie de muestras  $r(t)$  de señal de banda de base digitalizadas correspondientes a la señal recibida. El procesador 30 de banda de base desmodula y descodifica la señal  $r(t)$  de banda de base y proporciona una estimación de la secuencia de información transmitida original.

45 El procesador 30 de banda de base incluye un estimador de métrica de calidad de señal convencional, tal como un estimador de SIR, que estima una métrica de calidad de señal, tal como una SIR, basándose en las señales recibidas. Como se comprende bien, el procesador de banda de base puede utilizar una estimación de SIR para procesar las señales recibidas. Además, el procesador 30 de banda de base puede proporcionar una estimación de SIR para controlar el procesador 36 con el fin de generar uno o más parámetros utilizando uno o más procesadores de información acerca del canal. Por ejemplo, el procesador 36 de control puede incluir un procesador de control de potencia 36a y un procesador de CQI 36b para generar una orden de control de potencia y/o una señal de CQI,  
 50 respectivamente, basándose en la SIR estimada.

Como se ha explicado anteriormente, las estimaciones de SIR precisas realizan una importante función en las comunicaciones inalámbricas. Por lo tanto, para facilitar la comprensión de la presente invención, lo que sigue describe brevemente un procedimiento convencional para calcular la SIR para un receptor de tipo de concentración

y de combinación, tal como un receptor RAKE o un receptor G-RAKE. En este tipo de receptor, el procesador 30 de banda de base puede también incluir una unidad de concentración 32 y un estimador 34 de canal conectado operativamente al estimador de SIR 40, como se muestra en la Figura 3. La unidad de concentración 32 concentra la señal recibida para generar un vector de símbolos o valores y de concentración de acuerdo con:

$$5 \quad \mathbf{y} = \mathbf{h}\mathbf{s} + \mathbf{u} \quad (1)$$

donde  $\mathbf{s}$  representa el símbolo recibido,  $\mathbf{h}$  representa el canal compuesto asociado con el sistema inalámbrico, incluyendo filtros de transmisión y recepción, y  $\mathbf{u}$  representa un vector de interferencia que incluye ruido térmico, interferencia de inter-símbolos e interferencia de acceso múltiple.

10 Basándose en los símbolos de concentración  $\mathbf{y}$ , el estimador de canal 34 genera un vector de estimaciones de canal  $\mathbf{c}$  de acuerdo con cualquier medio conocido en el sector. Por ejemplo, el vector de estimación de canal  $\mathbf{c}$  puede ser derivado de acuerdo con:

$$\mathbf{c} = \left( \frac{1}{K} \right) \sum_{i=1}^K \mathbf{b}^*(i) \mathbf{y}(i) \quad (2)$$

15 donde  $K$  representa el número de símbolos piloto procesados por el receptor 24,  $\mathbf{b}(i)$  representa un símbolo piloto conocido para el periodo de símbolo  $T^{\text{símbolo}}$ ,  $\mathbf{b}^*(i)$  representa el conjugado complejo de  $\mathbf{b}(i)$ , e  $\mathbf{y}(i)$  representa el vector de símbolos o valores de concentración de diferentes retardos de ruta para el periodo de símbolo  $T^{\text{símbolo}}$ .

Basándose en las estimaciones  $\mathbf{c}$  del canal el estimador de SIR 40 calcula los pesos  $\mathbf{w}$  combinados para cualquier medio conocido. Para el receptor RAKE, los pesos combinados son simplemente equivalentes a  $\mathbf{c}$ , como se muestra en la Ecuación (3).

$$\mathbf{w} = \mathbf{c} \quad (3)$$

20 No obstante, para un receptor G-RAKE, los pesos combinados pueden ser calculados de acuerdo con:

$$\mathbf{w} = \mathbf{R}^{-1} \mathbf{c}, \quad (4)$$

25 donde  $\mathbf{R}$  representa la matriz de covarianza de las degradaciones para los dedos RAKE. La covarianza  $\mathbf{R}$  de degradaciones representa las estadísticas de  $\mathbf{u}$  de ruido más interferencia, tales como estadísticas o correlaciones de 2º orden entre degradaciones en dedos receptores. Debido a que resultará evidente para los expertos en la materia que "covarianza" es un caso especial de "correlación-cruzada" con medio cero, los términos "correlación" y "covarianza", tal como se utilizan en esta memoria, deben entenderse como intercambiables a menos que el contexto de un pasaje particular haga una distinción explícita entre los dos términos.

Una vez que los pesos  $\mathbf{w}$  combinados y la matriz de covarianza de las degradaciones  $\mathbf{R}$  son calculados, un estimador de SIR 40 convencional puede computar el SIR de acuerdo con:

$$30 \quad \text{SIR} = \frac{|\mathbf{w}^H \mathbf{c}|^2}{\mathbf{w}^H \mathbf{R} \mathbf{w}}. \quad (5)$$

Calculando la SIR utilizando los pesos  $\mathbf{w}$  combinados y la matriz de covarianza de las degradaciones  $\mathbf{R}$ , la SIR calculada tiene en cuenta la supresión de interferencia proporcionada por el receptor G-RAKE.

35 Como se muestra en la Ecuación (5), con el fin de aprovechar la supresión de interferencia proporcionada por los receptores G-RAKE en una ranura o intervalo de tiempo actual, los pesos  $\mathbf{w}$  combinados y la matriz de covarianza de las degradaciones  $\mathbf{R}$  debe ser calculada antes que la SIR pueda ser calculada. No obstante, los pesos combinados y/o la covarianza de las degradaciones pueden no estar disponibles cuando se estima la SIR. De este modo, los estimadores de SIR convencionales típicamente no pueden proporcionar estimaciones de SIR que incluyen la supresión de interferencia típicamente asociada con un receptor G-RAKE.

40 Para ilustrar esto, considérese la siguiente secuencia de proceso G-RAKE convencional para un intervalo de tiempo dado.

1. Determinar las estimaciones  $\mathbf{c}$  de canal para los dedos activos (combinados).
2. Generar la estimación de SIR para los dedos activos.

3. Generar la orden de control de potencia basándose en la SIR estimada a partir de la etapa 2.
4. Calcular los pesos  $w$  combinados y la covarianza de las degradaciones  $R$  para los dedos activos.
5. etc.

5 Como se muestra en la secuencia de proceso anterior, un receptor G-RAKE convencional estima la SIR en la etapa 2 de manera que la orden de control de potencia puede ser generada y proporcionada a la estación de base en el momento oportuno. No obstante, los pesos  $w$  combinados y la covarianza de las degradaciones  $R$  no están disponibles hasta después de que se completa la etapa 4. De esta manera, la SIR utilizada para generar una orden de control de potencia no tiene en cuenta la supresión de interferencia proporcionada por un G-RAKE convencional.

10 Alternativamente, un receptor puede encapsular operaciones en elementos de tratamiento que se comunican pasando mensajes. Por ejemplo, operaciones relativas a canales de control o piloto (estimación de canal, estimación de CQI, señalización de ACK/NACK) pueden agruparse en un elemento de tratamiento, mientras que operaciones relativas a cálculos G-RAKE pueden agruparse en otro elemento de tratamiento y operaciones de canal de tráfico en un tercer elemento de tratamiento, etc. En tal división funcional, el elemento de tratamiento G-RAKE requiere información del elemento de tratamiento de control/piloto, tal como valores de concentración de piloto y estimaciones de canal, con el fin de calcular los pesos  $w$  combinados y/o la matriz de covarianza de las degradaciones  $R$ . Debido a que el elemento de tratamiento G-RAKE depende de la salida del elemento de tratamiento de control/piloto, el CQI sobre el que ha informado el elemento de tratamiento de control/piloto no reflejará los pesos combinados G-RAKE actuales. Así, la CQI sobre la que se ha informado será inexacta.

20 Los problemas ilustrados por los ejemplos anteriores pueden ser resueltos modificando la arquitectura de software para retardar la estimación de SIR hasta después de que los pesos  $w$  combinados y/o la matriz de covarianza de las degradaciones  $R$  son calculados. No obstante, tales modificaciones pueden degradar el funcionamiento del receptor en entornos de desvanecimiento rápido, y/o ser no deseables por otras razones prácticas.

25 Además, incluso si los pesos  $w$  combinados y/o la covarianza de las degradaciones  $R$  estuviesen disponibles para generar la estimación de SIR, el cálculo asociado con la Ecuación (5) no es trivial para algunos receptores, y por lo tanto, puede precisar una cantidad de tiempo de cálculo no deseable. Para resolver este problema, los receptores convencionales pueden aproximar la SIR de acuerdo con la Ecuación (6):

$$SIR \approx \sum_f \frac{|c_f|^2}{I_f}, \quad (6)$$

30 donde  $i_f$  representa la variación de la señal de degradación para el dedo  $f$ . La Ecuación (6) proporciona una estimación de SIR precisa para un receptor RAKE tradicional si las señales de degradación de los diferentes dedos RAKE no son correlativas. No obstante, si los pesos distintos de los pesos RAKE, tales como pesos G-RAKE, se utilizan durante la fase de combinación del receptor RAKE, y/o si las señales de degradación de los diferentes dedos son correlativas, haciendo que la matriz de covarianza de las degradaciones  $R$  tenga elementos fuera de la diagonal significativos, la estimación de SIR calculada a partir de la Ecuación (6) será altamente imprecisa.

35 Para reducir los errores en la estimación de SIR debidos a la correlación de dedo, puede añadirse un factor de ponderación  $c_f$  a cada término sumado de la Ecuación (6) para reducir el efecto de los fuertemente correlativos dedos. No obstante, este tipo de corrección aún no soluciona los errores provocados utilizando los pesos combinados incorrectos.

40 Para resolver los problemas identificados anteriormente, la presente invención genera una primera estimación de la SIR para un receptor RAKE, y aplica una desviación a una estimación de SIR RAKE para generar una segunda estimación de la SIR para un receptor G-RAKE. Debido a que la segunda estimación simplemente aproxima la SIR G-RAKE convencional, la presente invención puede generar la segunda estimación basándose en las estimaciones de canal  $c$  generadas durante el intervalo de tiempo actual sin basarse en los pesos  $w$  combinados G-RAKE y/o en la matriz de covarianza de las degradaciones  $R$  típicamente requeridos para generar una estimación de SIR G-RAKE.

45 Aunque las siguientes explicaciones se enfocan a estimar una métrica de calidad de la señal tal como se refiere a receptores RAKE y G-RAKE, resultará evidente para los expertos en la materia que la presente invención también se aplica a cualquier proceso de estimación de métrica de calidad de señal para un primer tipo de receptor para generar una segunda estimación de la métrica de calidad de señal para un segundo tipo de receptor. La presente invención también se aplica a receptores de ecualización de microprocesador, a receptores de ecualización de información sobre una decisión, etc.

La Figura 4 ilustra un método 200 de ejemplo para estimar una SIR de acuerdo con la presente invención. Como se muestra en la Figura 4, el estimador de SIR 40 calcula  $SIR_{R(n)}$ , que representa una primera estimación de la SIR

para un receptor RAKE (bloque 210). Basándose en una desviación de SIR,  $\tilde{\Delta}(n)$ , el estimador de SIR 40 genera  $\hat{S}IR_G(n)$ , que representa una segunda estimación de SIR para un receptor G-RAKE (bloque 220), de acuerdo con:

$$\hat{S}IR_G(n) = SIR_R(n) + \tilde{\Delta}(n). \quad (7)$$

5 Como se explica también a continuación, el estimador de SIR calcula la  $SIR_R(n)$  durante el intervalo de tiempo actual, mientras que el estimador de SIR 40 calcula  $\tilde{\Delta}(n)$  para el intervalo de tiempo actual durante un intervalo de tiempo previo. Además, como se ilustra en la Figura 4, el estimador de SIR 40 puede llevar a cabo cálculos adicionales durante el intervalo de tiempo actual para generar la desviación para un intervalo de tiempo subsiguiente  $\tilde{\Delta}(n+1)$ . En particular, el estimador de SIR 40 calcula  $SIR_G(n)$  (bloque 230), que representa una estimación final de la SIR al receptor G-RAKE, durante el intervalo de tiempo actual de acuerdo con cualquier medio convencional. Por ejemplo,  $SIR_G(n)$  puede ser calculado de acuerdo con la Ecuación (5). Basándose en  $SIR_G(n)$ , el estimador de SIR 40 calcula la desviación de SIR para un intervalo de tiempo subsiguiente  $\tilde{\Delta}(n+1)$  (bloque 240), como se explica también a continuación. De acuerdo con la presente invención, el estimador de SIR 40 predice la desviación de SIR para un intervalo de tiempo subsiguiente  $\tilde{\Delta}(n+1)$  basándose en una SIR final,  $SIR_G(n)$ , para el receptor G-RAKE calculado de acuerdo con medios convencionales durante el intervalo de tiempo actual.

15 En una realización de ejemplo, puede utilizarse un filtro de suavizado para calcular la desviación de SIR para un intervalo de tiempo subsiguiente,  $\tilde{\Delta}(n+1)$ . En esta realización, el estimador de SIR 40 calcula un error de SIR,  $\Delta_{inst}$ , basándose en una diferencia entre la SIR RAKE y la SIR G-RAKE final como se muestra en la Ecuación (8).

$$\Delta_e(n) = SIR_G(n) - SIR_R(n) \quad (8)$$

20 Aplicando un filtro de suavizado a una desviación actual y al error de SIR, como se muestra en la Ecuación (9), el estimador de SIR 40 calcula la desviación de SIR para un intervalo de tiempo subsiguiente,  $\tilde{\Delta}(n+1)$ .

$$\tilde{\Delta}(n+1) = \lambda\tilde{\Delta}(n) + (1-\lambda)\Delta_e(n) \quad (9)$$

25 En la Ecuación (9),  $\lambda$  representa un parámetro de suavizado que tiene un valor entre 0 y 1 que puede ser elegido basándose en la velocidad de variación del canal. Por ejemplo, una  $\lambda$  pequeña puede ser utilizada cuando las condiciones del canal están cambiando rápidamente, por ejemplo cuando la estación de telefonía móvil está en un vehículo en movimiento. Alternativamente, una  $\lambda$  grande puede ser utilizada cuando las condiciones del canal experimentan un cambio de pequeño a ninguno, por ejemplo cuando la estación de telefonía móvil se está moviendo lentamente o cuando la estación de telefonía móvil es estacionaria. De acuerdo con una realización de ejemplo, la desviación de SIR para un primer intervalo de tiempo,  $\tilde{\Delta}(n=0)$ , puede ser inicializada a cero. Aunque la segunda estimación de SIR resultante para el primer intervalo de tiempo reflejará la SIR de un receptor RAKE en lugar de un receptor G-RAKE, esta discrepancia a corto plazo no afecta el rendimiento en régimen estacionario global del receptor 24.

35 De acuerdo con otra realización de ejemplo de la presente invención, el estimador de SIR 40 puede utilizar un filtro adaptativo para generar la desviación de SIR para un intervalo de tiempo subsiguiente  $\tilde{\Delta}(n+1)$ . En esta realización de ejemplo, el error de SIR,  $\Delta_e(n)$ , es generada de acuerdo con la Ecuación (8). Tras determinar los componentes de DC  $\Delta_{DC}$  presentes en el error de SIR utilizando la Ecuación (10)

$$\Delta_{DC}(n) = \alpha\Delta_{DC}(n-1) + (1-\alpha)\Delta_e(n), \quad (10)$$

donde  $\alpha$  representa una constante entre 0,99 y 1,0, un error de SIR compensado de DC  $\Delta'_e(n)$  es generada de acuerdo con la Ecuación (11)

$$\Delta'_e(n) = \Delta_e(n) - \Delta_{DC}(n) \quad (11)$$

40 Para cálculos de eliminación de DC en el primer intervalo de tiempo ( $n=0$ ),  $\Delta_{DC}(-1)$  puede ser inicializado a 0.

En la realización de filtro de ejemplo, la desviación de SIR para un intervalo de tiempo subsiguiente  $\tilde{\Delta}(n+1)$  puede ser calculada de acuerdo con la Ecuación (12):

$$\tilde{\Delta}(n+1) = \mathbf{a}^T(n)\Gamma(n) + \Delta_{DC}(n). \quad (12)$$

En la Ecuación (12),  $\mathbf{a}$  representa un filtro adaptativo, tal como un filtro de predicción lineal, que comprende un vector de coeficientes de filtro  $a_1, a_2, \text{etc.}$  y  $\Gamma(n)$  representa un vector de errores de SIR compensados en DC  $\Delta_e'$  del intervalo de tiempo actual y dos intervalos de tiempo previos como se muestra en las Ecuaciones (13) y (14), respectivamente.

$$\mathbf{a}(n) = [\mathbf{a}_1(n), \mathbf{a}_2(n), \mathbf{a}_3(n)]^T \quad (13)$$

$$\Gamma(n) = [\Delta_e'(n), \Delta_e'(n-1), \Delta_e'(n-2)]^T \quad (14)$$

Después de que la desviación de SIR es calculada para un intervalo de tiempo subsiguiente  $\tilde{\Delta}(n+1)$ , el estimador de SIR 40 adapta las características, por ejemplo coeficientes de filtro, del filtro de predicción lineal para generar los coeficientes de filtro del filtro de predicción lineal para el intervalo de tiempo subsiguiente,  $\mathbf{a}(n+1)$ . En una realización de ejemplo, los coeficientes pueden ser adaptados de acuerdo con:

$$\begin{aligned} \mathbf{e}(n) &= \Delta_e'(n) + \Delta_{DC}(n) - \tilde{\Delta}(n) \\ \mathbf{a}(n+1) &= \mathbf{a}(n) + \frac{\mu}{|\Gamma(n)|^2 + \delta} \mathbf{e}(n) \Gamma(n), \end{aligned} \quad (15)$$

donde  $\mu$  representa una constante positiva pequeña que controla la velocidad de adaptación y representa una constante positiva que asegura la estabilidad de la operación de división evitando que el denominador de  $\mathbf{a}(n+1)$  sea en algún momento 0. Para el primer intervalo de tiempo, el filtro de predicción lineal puede ser inicializado a  $\mathbf{a}(0) = [0, 0, 0]$ .

Aunque lo anterior ilustra el cálculo de la desviación de SIR basándose en los valores de error de SIR compensados en DC actual y en los dos previos, resultará evidente para los expertos en la materia que la presente invención no está tan limitada. Cualquier número de valores previos puede utilizarse basándose en la precisión y complejidad deseada del estimador de SIR 40 y/o del receptor 24. Además, aunque lo anterior describe la invención en términos de un filtro de predicción lineal, resultará evidente para los expertos en la materia que pueden utilizarse otros filtros adaptativos.

La Figura 5 ilustra un estimador de SIR 40 de ejemplo de acuerdo con la presente invención para implementar el proceso descrito anteriormente. En la realización ilustrada, el estimador de SIR 40 incluye un procesador de SIR RAKE 42, un combinador 44, un procesador de desviación 46 y un procesador G-RAKE 48. Aunque la realización de ejemplo de la Figura 5 ilustra explícitamente los procesadores RAKE y G-RAKE 42, 48, la presente invención aplica a cualquier estimador de SIR 40 que utiliza un primer procesador de SIR y un segundo procesador de SIR para generar estimaciones de SIR primera y segunda, respectivamente, basándose en diferentes tipos de receptor, como se ha explicada anteriormente. Además, resultará evidente para los expertos en la materia que aunque la Figura 5 ilustra diferentes procesadores de desviación RAKE, G-RAKE, estos procesadores pueden ser combinados en uno o más procesadores.

El procesador de SIR RAKE 42 calcula una SIR RAKE para el intervalo de tiempo actual  $SIR_R(n)$  para un receptor RAKE de acuerdo con cualquier medio conocido, tal como los ilustrados en la Ecuación (5). El combinador 44 combina  $SIR_R(n)$  con la desviación de SIR calculada para el intervalo de tiempo actual durante un intervalo de tiempo previo para generar la estimación de SIR G-RAKE para el intervalo de tiempo actual  $\hat{SIR}_G(n)$  de acuerdo con la Ecuación (7). En una realización de ejemplo, el procesador de desviación 46 incluye la memoria 47 que almacena la o las desviación o desviaciones de SIR calculada o calculadas durante un intervalo de tiempo dado para su uso durante el último o los últimos intervalo o intervalos de tiempo. Aunque la Figura 5 ilustra la memoria 47 específica en el procesador de desviación 46, resultará evidente para los expertos en la materia que puede utilizarse cualquier memoria asociada con el estimador de SIR 40 para almacenar una o más desviaciones.

El procesador de SIR G-RAKE 48 calcula una SIR G-RAKE final para el receptor G-RAKE durante el intervalo de tiempo actual  $SIR_G(n)$  de acuerdo con cualquier método convencional, tal como el método ilustrado por la Ecuación (5). El procesador de desviación 46 recibe la  $SIR_R$  y la  $SIR_G$  generada por el procesador de SIR RAKE 42 y por el procesador de SIR G-RAKE 48, respectivamente, y genera la desviación de SIR para el intervalo de tiempo subsiguiente  $\tilde{\Delta}(n+1)$  de acuerdo con las Ecuaciones (8) y (9). La memoria 47 almacena la desviación de SIR resultante  $\tilde{\Delta}(n+1)$  hasta que el combinador 44 lo recupera durante un intervalo de tiempo subsiguiente para generar una filtro de SIR G-RAKE subsiguiente  $\hat{SIR}_G$ .

El estimador de SIR 40 puede opcionalmente incluir el adaptador 50 y el procesador de actualización 52, como se muestra en las cajas en línea de trazos de la Figura 5, para implementar la realización correspondiente a las Ecuaciones (10) a (15). En este estimador de SIR 40 de ejemplo, el procesador de actualización 52 recibe el error de SIR compensado en DC  $\Delta e'$ , los componentes de DC  $\Delta_{DC}$  estimados y la desviación generada para el intervalo de tiempo actual de acuerdo con las Ecuaciones (10) y (11). Basándose en estos valores, el procesador de actualización 52 genera la información de adaptación del filtro  $e(n)$  y  $\Gamma(n)$  de acuerdo con las Ecuaciones (14) y (15), para el intervalo de tiempo actual. Después de almacenar  $\Gamma(n)$  para su uso futuro en la memoria, tal como la memoria 54, el procesador de actualización 52 proporciona  $e(n)$  y  $\Gamma(n)$  al adaptador 50. El adaptador 50 modifica el filtro de predicción lineal de acuerdo con la Ecuación (15) para generar los coeficientes de filtro para el intervalo de tiempo subsiguiente  $a(n+1)$ . El filtro adaptado  $a(n+1)$  es proporcionado al procesador de desviación 46, donde es almacenado en la memoria 47 para su uso futuro durante un intervalo de tiempo subsiguiente. Alternativamente,  $a(n+1)$  puede ser almacenado en cualquier memoria asociada con el estimador de SIR 40.

Lo anterior describe predecir una estimación de SIR G-RAKE durante un intervalo de tiempo actual  $\hat{SIR}_G(n)$  modificando una SIR RAKE generada durante un intervalo de tiempo actual  $\hat{SIR}_R(n)$  utilizando una desviación  $\Delta(n)$  generada durante un intervalo de tiempo previo. No obstante, también puede ser posible predecir la estimación de SIR G-RAKE  $\hat{SIR}_G$  directamente utilizando un filtro de predicción lineal de adaptación similar al descrito anteriormente. Este ejemplo implementa los mismos conceptos de eliminación de DC, predicción y adaptación de filtro que se han descrito anteriormente, con algunas ligeras modificaciones. Como se muestra en la Ecuación (1), la compensación en DC no incluye la SIR RAKE. Por el contrario, el componente de DC de la  $SIR_G$  se estima, de manera que la SIR G-RAKE compensada,  $SIR_{DC}$ , pueda ser calculada directamente.

$$\begin{aligned} SIR_{DC}(n) &= \alpha SIR_{DC}(n-1) + (1 + \alpha) SIR_G(n) \\ SIR_{inst}(n) &= SIR_G(n) - SIR_{DC}(n) \end{aligned} \quad (16)$$

Basándose en la SIR G-RAKE compensada en DC, el estimador de SIR 40 puede generar la estimación de SIR G-RAKE de acuerdo con:

$$\hat{SIR}_G(n+1) = \mathbf{a}^T(n) \Gamma(n) + SIR_{DC}(n), \quad (17)$$

donde la Ecuación (13) define el filtro de predicción lineal  $\mathbf{a}$ , y la Ecuación (3) define  $\Gamma(n)$ .

$$\Gamma(n) = [SIR_{inst}(n), SIR_{inst}(n-1), SIR_{inst}(n-2)]^T \quad (18)$$

Como con la realización de ejemplo descrita anteriormente, el filtro de predicción lineal para el primer intervalo de tiempo puede ser inicializado a cero, por ejemplo,  $\mathbf{a}(0) = [0, 0, 0]$ . Además, el estimador de SIR 40 puede adaptar el filtro de predicción lineal de acuerdo con:

$$\begin{aligned} e(n) &= SIR_{inst}(n) + SIR_{DC}(n) - \hat{SIR}_G(n) \\ \mathbf{a}(n+1) &= \mathbf{a}(n) + \frac{\mu}{|\Gamma(n)|^2 + \delta} e(n) \Gamma(n), \end{aligned} \quad (19)$$

donde  $\mu$  y  $\delta$  son como se ha definido anteriormente.

La Figura 6 ilustra un estimador de SIR 40 de ejemplo para implementar las Ecuaciones (16) a (19). Aquí, el estimador de SIR 40 incluye el procesador de SIR G-RAKE 48, un procesador de predicción 60, un procesador de actualización 64 y un adaptador de filtro 68. Utilizando la  $SIR_G(n)$  proporcionada por el procesador de SIR G-RAKE 48,  $(n)$  proporcionado por el procesador de actualización 64 y el filtro  $\mathbf{a}(n)$  almacenado en la memoria 62 (o en otra memoria asociada con el estimador de SIR 40), el procesador de predicción 60 puede generar la estimación de SIR para un intervalo de tiempo subsiguiente  $\hat{SIR}_G(n+1)$  de acuerdo con la Ecuación (17). Además, el procesador de predicción 60 puede generar el valor compensado en DC de la  $SIR_G(n)$ ,  $SIR_{inst}(n)$ , de acuerdo con la Ecuación (16). Basándose en la  $\hat{SIR}_G(n)$  y  $SIR_{inst}(n)$ , el procesador de actualización 64 actualiza  $e(n)$  y  $\Gamma(n)$  de acuerdo con las Ecuaciones (18) y (19), y almacena  $\Gamma(n)$  en la memoria 66 para su uso futuro. El adaptador de filtro 68 modifica el filtro de predicción basándose en  $e(n)$  y  $\Gamma(n)$  de acuerdo con la Ecuación (19) para generar los coeficientes de filtro de predicción para un intervalo de tiempo subsiguiente  $\mathbf{a}(n+1)$  y proporciona el filtro actualizado al procesador de predicción 60, donde es almacenado en la memoria 62 para su uso futuro durante un intervalo de tiempo subsiguiente.

Lo anterior describe varios métodos para generar una estimación de SIR para un intervalo de tiempo actual basándose en cálculos de SIR llevados a cabo en uno o más intervalos de tiempo previos. Debido a que las estimaciones de SIR G-RAKE generadas de acuerdo con la presente invención incluyen la supresión de interferencia típicamente asociada con un receptor G-RAKE, las estimaciones de SIR G-RAKE son más precisas que las estimaciones de SIR generadas de acuerdo con los métodos convencionales. Además, debido a que las estimaciones de SIR G-RAKE generadas de acuerdo con la presente invención pueden ser calculadas una vez que las estimaciones del canal están disponibles y sin esperar a los componentes de supresión de interferencia, tal como los pesos combinados de G-RAKE, las estimaciones de SIR G-RAKE proporcionan una SIR precisa que puede ser utilizada para proporcionar información acerca del canal en el momento oportuno. Así, el procesador de control 36 puede incluir, por ejemplo, el procesador de control de potencia 36a y el procesador de CQI 36b (Figura 2) para proporcionar órdenes de control de potencia precisas y estimaciones de CQI a la red por medio del transmisor 38 en el momento oportuno.

Aunque los ejemplos y explicaciones anteriores describen la invención en términos de receptores RAKE y G-RAKE, resultará evidente para los expertos en la materia que la presente invención aplica a cualquier sistema receptor capaz de determinar rápidamente una estimación de una métrica de calidad de señal para un tipo de receptor simple aunque utiliza una estimación de la métrica de calidad de señal para un tipo de receptor más complicado y avanzado para procesar los datos recibidos. Por lo tanto, como se ha explicado anteriormente, la presente invención no está limitada al receptor de concentración y de combinación explicados anteriormente.

Además, lo anterior describe la invención en términos de un canal de enlace descendente. No obstante, resultará evidente para los expertos en la materia que la presente invención también aplica a canales de enlace ascendente.

La presente invención puede, por consiguiente, ser llevada a cabo de otras maneras específicas diferentes de las explicadas en esta memoria sin separarse de las características esenciales de la invención. Las presentes realizaciones deben, por lo tanto, considerarse en todos los aspectos como ilustrativas y no restrictivas, y pueden también ser realizadas de otras maneras dentro del alcance del asunto definido en las siguientes reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Un método (200) de determinar una métrica de calidad de señal para un receptor inalámbrico, que comprende:
- determinar (210) una primera estimación de la métrica de calidad de señal basándose en estimaciones de canal derivadas de una o más señales recibidas por el receptor,
- 5            caracterizado por
- calcular (220) una desviación de una estimación final de una métrica de calidad de señal determinada durante un intervalo de tiempo previo basándose en correlaciones de degradación; y
- aplicar (220) la desviación a la estimación en un intervalo de tiempo actual para determinar una segunda estimación de la métrica de calidad de señal.
- 10    2. El método de la reivindicación 1, en el que la desviación comprende una desviación determinada durante el intervalo de tiempo previo.
3. El método de la reivindicación 2, que comprende también:
- determinar (230) una nueva estimación final de la métrica de calidad de señal basándose en
- correlaciones de degradación derivadas de la una o más señales recibidas por el receptor durante el intervalo
- 15           de tiempo actual; y
- generar (240) una desviación para un intervalo de tiempo subsiguiente basándose en la nueva estimación final.
4. El método de la reivindicación 3, en el que generar (240) la desviación para el intervalo de tiempo subsiguiente comprende generar la desviación basándose en un filtro y en un valor de error asociado con el intervalo de tiempo actual, comprendiendo el citado valor de error una diferencia entre las nuevas estimaciones finales determinadas
- 20           durante el intervalo de tiempo actual.
5. El método de la reivindicación 4, que comprende también adaptar el filtro durante el intervalo de tiempo actual basándose en el valor de error para el intervalo de tiempo actual con el fin de generar el filtro para un intervalo de tiempo subsiguiente.
6. El método de la reivindicación 5, en el que adaptar el filtro comprende modificar los coeficientes de filtro asociados con el intervalo de tiempo actual basándose en la desviación para el intervalo de tiempo actual.
- 25    7. El método de la reivindicación 5, en el que el filtro comprende uno de un filtro de suavizado y un filtro de predicción lineal.
8. El método de la reivindicación 3, que comprende también:
- generar información acerca del canal basándose en la segunda estimación; y
- 30           procesar una señal recibida utilizando la estimación final.
9. El método de la reivindicación 8, en el que generar información acerca del canal comprende generar una orden de control de potencia para un canal de enlace descendente o para un canal de enlace ascendente basándose en la segunda estimación.
10. El método de la reivindicación 8, en el que generar información acerca de un canal comprende generar una
- 35           indicación de calidad del canal basándose en la segunda estimación.
11. El método de la reivindicación 1, en el que la primera estimación representa una métrica de calidad de señal para un primer tipo de receptor, y en el que las estimaciones segunda y final representan métricas de calidad de señal para un segundo tipo de receptor.
12. El método de la reivindicación 11, en el que el primer tipo de receptor comprende un receptor RAKE y un
- 40           segundo tipo de receptor comprende un receptor RAKE generalizado.
13. El método de la reivindicación 1, en el que la métrica de calidad de señal comprende una relación de señal-a-interferencia.
14. El método de la reivindicación 1, que comprende también determinar al menos uno de una orden de control de potencia y de un indicador de calidad de canal para un canal de enlace descendente o para un canal de enlace
- 45           ascendente basándose en la segunda estimación.

15. Un estimador de métrica de calidad de señal (40) para un receptor inalámbrico que comprende:
- un primer procesador de métrica de calidad de señal (42) configurado para determinar una primera estimación de una métrica de calidad de señal basándose en estimaciones derivadas de una o más señales recibidas por el receptor durante un intervalo de tiempo actual, y
- 5 caracterizado porque el estimador de métrica de calidad de señal (1) está también configurado para calcular una desviación con respecto a una estimación final de una métrica de calidad de señal determinada durante un intervalo de tiempo previo basándose en correlaciones de degradación; y
- comprendiendo también el estimador de métrica de calidad de señal un combinador (44) configurado para aplicar la desviación a la primera estimación en un intervalo de tiempo actual para generar una segunda
- 10 estimación de la métrica de calidad de señal.
16. El estimador de métrica de calidad de señal (40) de la reivindicación 15, en el que la desviación comprende una desviación determinada durante el intervalo de tiempo anterior.
17. El estimador de métrica de calidad de señal (40) de la reivindicación 16, que comprende también:
- un segundo procesador de métrica de calidad de señal (48) configurado para calcular una nueva estimación final de la métrica de calidad de señal durante el intervalo de tiempo actual basándose en correlaciones de degradación correspondientes a las una o más señales recibidas por el receptor durante el intervalo de tiempo actual; y
- 15 un procesador de desviación (46) configurado para generar una desviación para un intervalo de tiempo subsiguiente basándose en la nueva estimación final.
- 20 18. El estimador de métrica de calidad de señal (40) de la reivindicación 17, en el que el procesador de desviación (46) genera la desviación para un intervalo de tiempo subsiguiente basándose en un filtro y en un valor de error asociados con el intervalo de tiempo actual, comprendiendo el citado valor de error una diferencia entre las estimaciones finales primera y segunda, determinadas durante el intervalo de tiempo actual.
- 25 19. El estimador de métrica de calidad de señal (40) de la reivindicación 18, que comprende también un adaptador de filtro (50; 52) configurado para adaptar el filtro durante el intervalo de tiempo actual basándose en el valor de error para el intervalo de tiempo actual para generar el filtro para un intervalo de tiempo subsiguiente.
20. El estimador de métrica de calidad de señal (40) de la reivindicación 18, en el que el filtro comprende uno de un filtro de suavizado y un filtro de predicción lineal.
- 30 21. El estimador de métrica de calidad de señal (40) de la reivindicación 17, en el que el primer procesador de métrica de calidad de señal (42) está asociado con un primer tipo de receptor y en el que el segundo procesador de métrica de calidad de señal (48) está asociado con un segundo tipo de receptor.
22. El estimador de métrica de calidad de señal (40) de la reivindicación 21, en el que el primer tipo de receptor comprende un receptor RAKE, y en el que el segundo tipo de receptor comprende un receptor RAKE generalizado.
- 35 23. El estimador de métrica de calidad de señal (40) de la reivindicación 15, en el que la métrica de calidad de señal comprende una relación de señal-a-interferencia.
24. Un dispositivo de comunicación inalámbrica (12; 20) que comprende el estimador de métrica de calidad de señal (40) de cualquiera de las reivindicaciones 15-23.
25. Un circuito receptor (20) para un sistema inalámbrico que comprende el estimador de métrica de calidad de señal (40) de cualquiera de las reivindicaciones 15-23.
- 40 26. El circuito receptor (20) de la reivindicación 25 que comprende también:
- un procesador de control (36) configurado para generar información acerca del canal basándose en la segunda estimación; y
- un procesador de banda de base (30) configurado para procesar una señal recibida utilizando la estimación final.
- 45 27. El circuito receptor de la reivindicación 26, en el que el procesador de control (36) comprende un procesador de control de potencia (36a) configurado para determinar una orden de control de potencia para un canal de enlace descendente o un canal de enlace ascendente basándose en la segunda estimación.

28. El circuito receptor de la reivindicación 26, en el que el procesador de control (36) comprende un procesador de calidad (36b) configurado para estimar una indicación de calidad del canal asociada con las señales recibidas basándose en la segunda estimación.

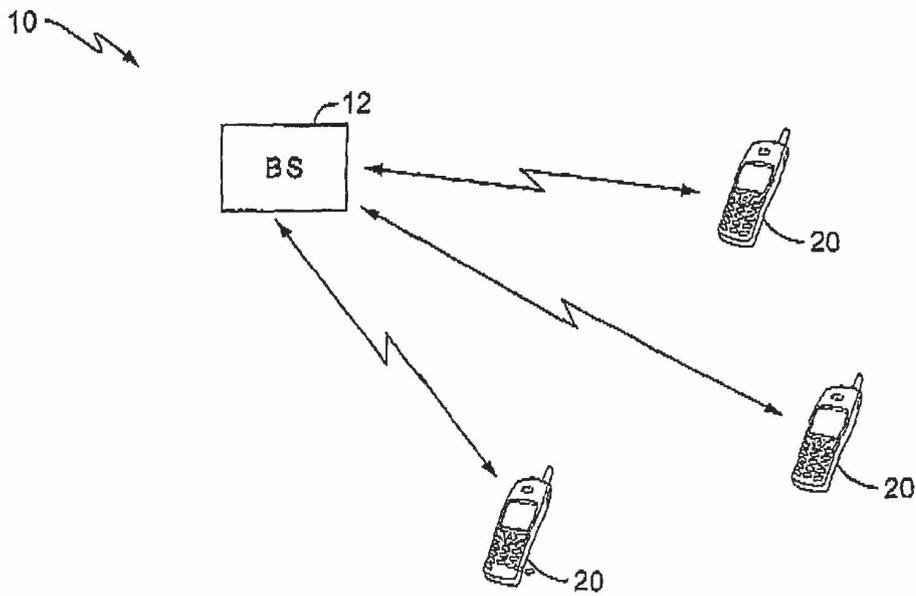


FIG. 1

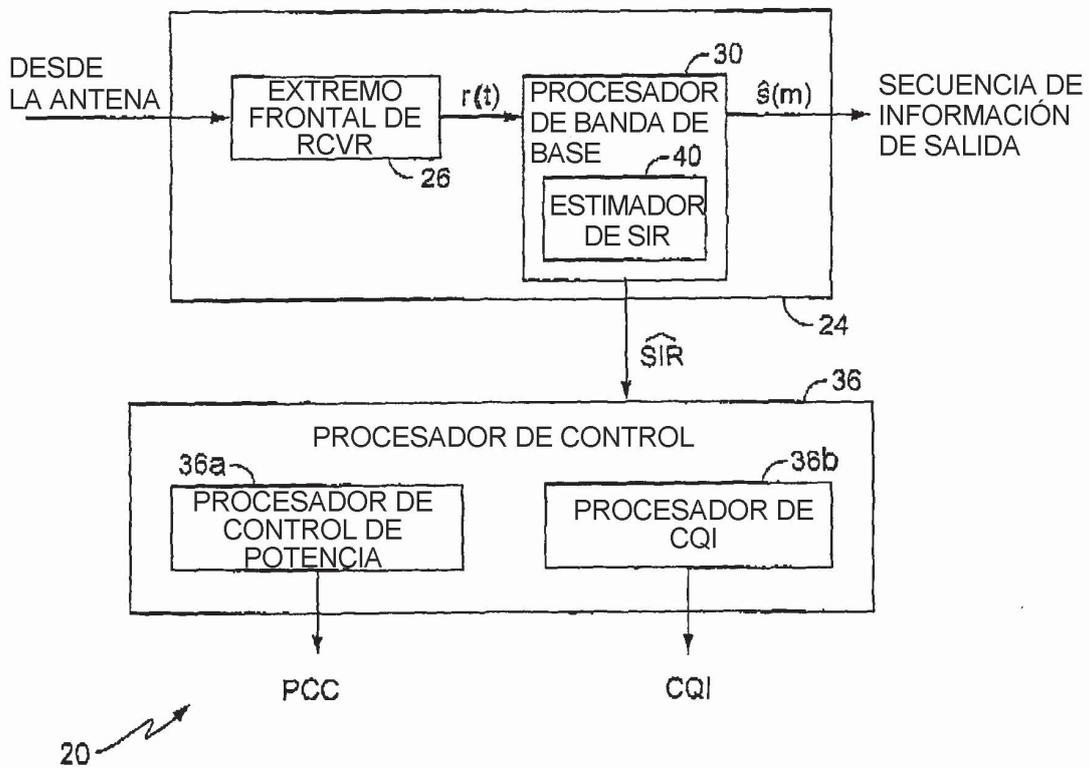


FIG. 2

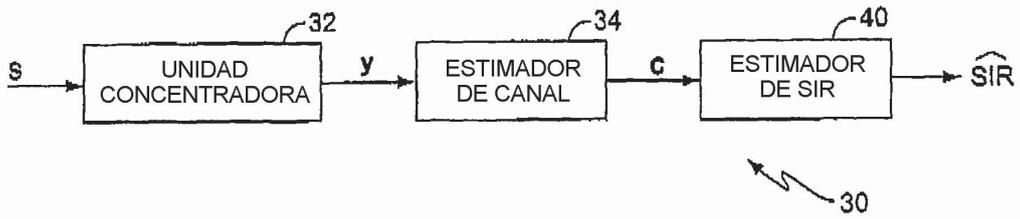


FIG. 3

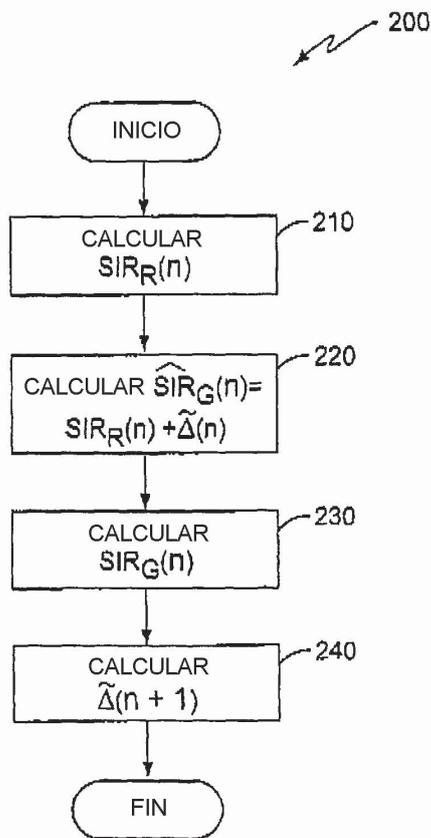


FIG. 4

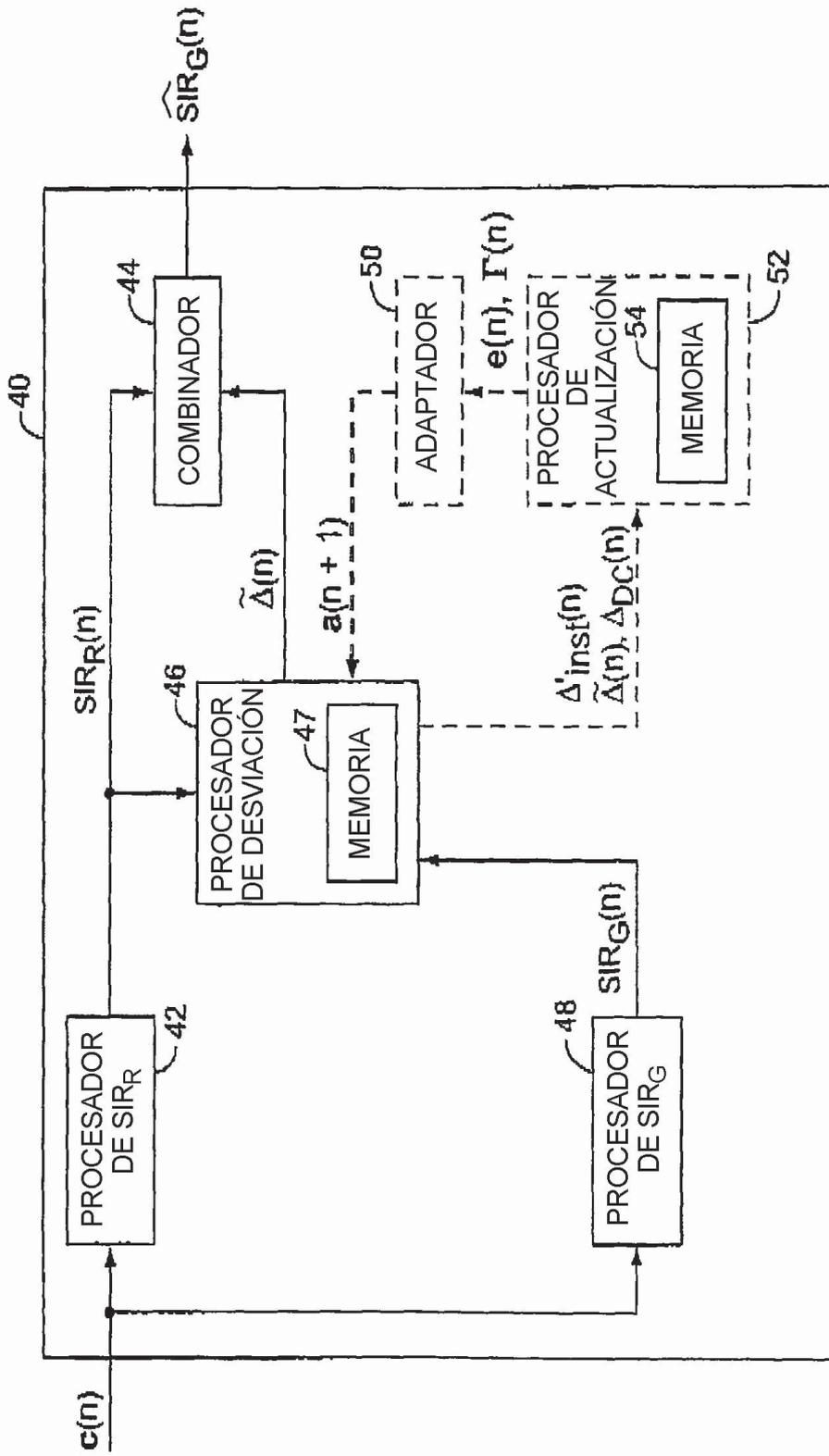


FIG. 5

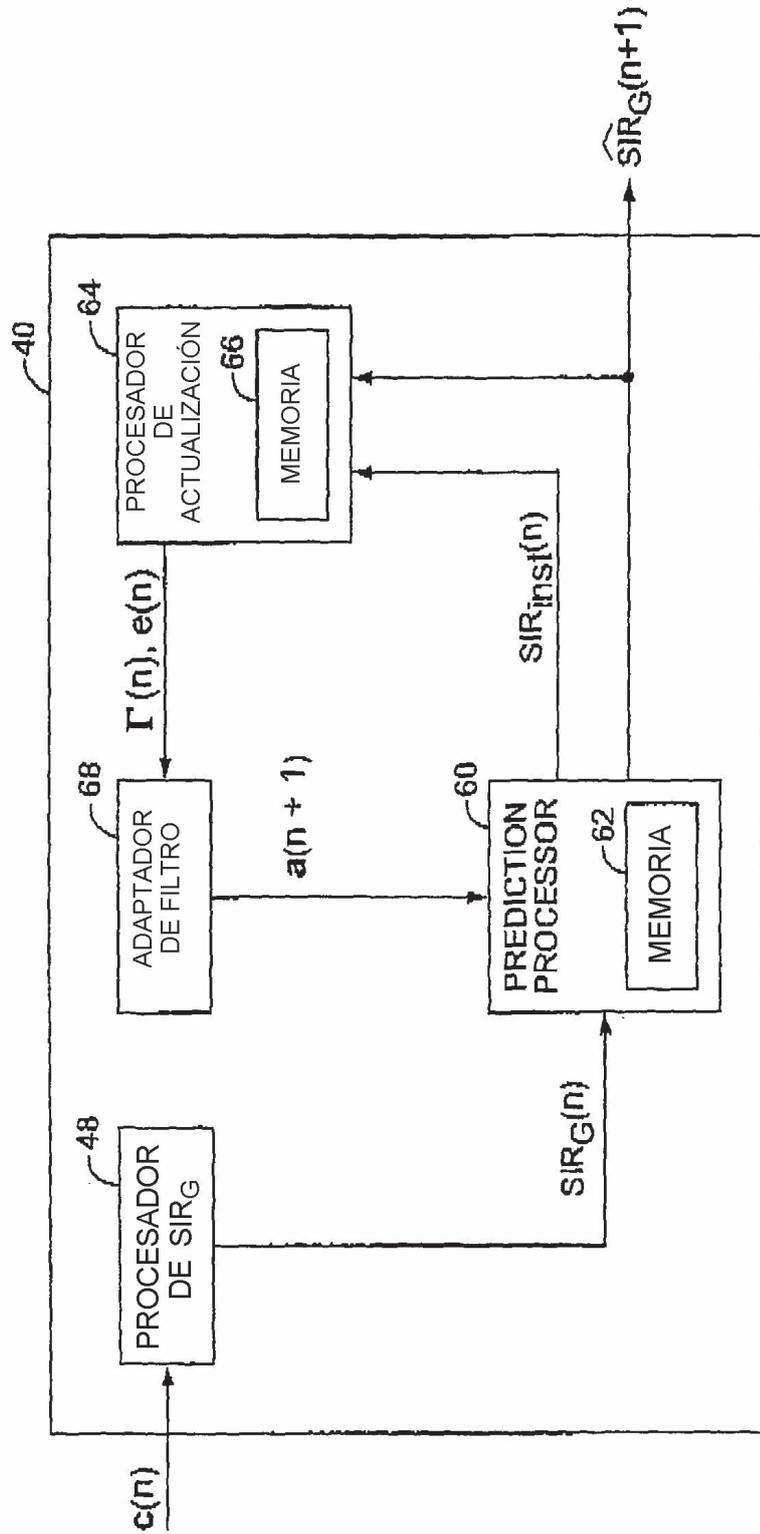


FIG. 6