

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 680 221**

51 Int. Cl.:

<b>H04W 52/24</b>	(2009.01)
<b>H04W 52/04</b>	(2009.01)
<b>H04W 52/42</b>	(2009.01)
<b>H04W 52/08</b>	(2009.01)
<b>H04B 7/0456</b>	(2007.01)
<b>H04B 7/06</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.08.2013 PCT/CN2013/081850**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.02.2015 WO15024184**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.08.2013 E 13891866 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.05.2018 EP 3024290**

54 Título: **Método para controlar la potencia de transmisión en un sistema multicanal, extremo receptor y extremo transmisor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.09.2018**

73 Titular/es:  
**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)  
Huawei Administration Building, Bantian  
Longgang District  
Shenzhen, Guangdong 518129, CN**

72 Inventor/es:  
**CHEN, ZIHUAN**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 680 221 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 para controlar la potencia de transmisión en un sistema multicanal, extremo receptor y extremo transmisor.

Campo técnico

5 La presente invención se refiere al campo de las comunicaciones y, en particular, a un método para controlar una potencia de transmisión en un sistema multicanal, un extremo receptor y un extremo transmisor.

Antecedentes

10 La transmisión por fibra óptica está muy desarrollada tanto a nivel técnico como a nivel de aplicación de red; sin embargo, debido a limitaciones como, por ejemplo, formas de relieve y topografía, una manera inalámbrica necesita usarse para la transmisión en muchos lugares, y una manera de transmisión por microondas se usa, en general, en un caso en el cual se requiere un ancho de banda grande. Actualmente, en aplicaciones en mercados como, por ejemplo, la transmisión de retorno de estación base de un sistema móvil celular, la interconexión de redes entre una red de transmisión y una red de área metropolitana, una red de transmisión de retransmisión digital de una red de difusión y televisión, una red dedicada (como, por ejemplo, una red de transporte de energía eléctrica o una red militar) y una transmisión por microondas de acceso a grandes empresas se aplican ampliamente.

15 En un sistema de comunicaciones de transmisión por microondas, las bandas de frecuencia que se usan con frecuencia son 1,4 GHz a 2,7 GHz, 3 GHz a 11 GHz, 23 GHz a 55 GHz y similares, un ancho de banda de canal es de 0,025 MHz a 56 MHz, y la velocidad de transmisión puede alcanzar cientos de MBps.

20 Con aumentos en los requisitos de servicio, un sistema de transmisión por microondas necesita desarrollarse hacia una comunicación de transmisión de velocidad más alta. Los recursos de espectro de bandas de frecuencia que se usan con frecuencia se encuentran limitados y, por lo tanto, si se necesita transmitir datos a Gbps, la comunicación multicanal, por ejemplo, una tecnología como, por ejemplo, la multiplexación de polarización o múltiple entrada múltiple salida (MIMO, por sus siglas en inglés), es una dirección de desarrollo principal de microonda en el futuro.

25 En un sistema de comunicaciones por microondas, el impacto de la variación de desvanecimiento en el rendimiento del sistema se reduce, normalmente, mediante el control de una potencia de transmisión. En un sistema de comunicaciones multicanal emergente en el campo de la comunicación por microondas, el problema anterior también necesita considerarse para reducir el impacto de la variación de desvanecimiento.

30 Una tecnología de Control Automático de Potencia de Transmisión (ATPC, por sus siglas en inglés) se aplica ampliamente en la comunicación digital por microondas. Un punto clave de la tecnología es que una potencia de salida de un transmisor de microondas varía automáticamente dentro de un rango de control del ATPC mediante la localización de una variación de un nivel de recepción en un extremo receptor. En una condición de propagación normal, la potencia de salida del transmisor se fija en un nivel relativamente bajo, por ejemplo, un nivel inferior a un nivel normal en 10 dB a 15 dB. Cuando el desvanecimiento de la propagación ocurre y un receptor detecta el desvanecimiento de la propagación, un transmisor par se controla inmediatamente mediante el uso de un byte de sobrecarga de banda de microondas, para aumentar la potencia de transmisión. La tecnología puede resolver, de manera deseable, un problema como, por ejemplo, la variación de desvanecimiento en la comunicación de un solo canal.

40 Para un sistema multicanal de microondas, una señal de recepción es, en general, susceptible a la interferencia dentro de la banda de otra antena de transmisión, y una potencia de recepción realmente útil no puede adquirirse de forma exacta. Por lo tanto, el problema como, por ejemplo, el impacto de la variación de desvanecimiento en el sistema multicanal no puede resolverse mediante el uso de la tecnología ATPC existente.

45 El documento WO 2010/080689 describe que el canal de retorno en un sistema de comunicación de múltiple entrada múltiple salida (MIMO) se usa para proveer información de señal según un canal individual. En una realización, en un entorno de fábrica controlado, dicha información puede usarse para incrementar hacia arriba o abajo el amplificador de ganancia variable y/o amplificador de potencia de un transmisor MIMO y/o receptor para generar un desplazamiento de potencia de señal por defecto que se usará durante el funcionamiento normal. De allí en adelante, dicha información de señal puede, de forma similar, proveerse mediante el canal de retorno y usarse para ajustar más los parámetros de transmisión para representar las condiciones de señal específicas a la ubicación.

50 El documento WO 2005/104651 describe un aparato y un método asociado para compensar los efectos del desvanecimiento, u otra distorsión, en un sistema de comunicación MIMO. Un análisis se lleva a cabo en una estación de recepción como, por ejemplo, a través de la estimación de canal por un estimador de canal, de las condiciones de comunicación en diferentes subcanales, definidos por diferentes trayectos de comunicación en los cuales los trenes de datos se comunican a la estación de recepción desde diferentes transductores de antenas de transmisión. Los controladores de potencia generan solicitudes de cambio de potencia con capacidad de respuesta a las estimaciones de canal. Las solicitudes de cambio de potencia regresan a una estación transmisora mediante un

canal de realimentación. Y, por consiguiente, los niveles de potencia en los cuales los datos se transmiten desde diferentes antenas de transmisión se cambian.

Compendio

5 Las realizaciones de la presente invención proveen un método para controlar una potencia de transmisión en un sistema multicanal, un extremo receptor, y un extremo transmisor, los cuales pueden reducir el impacto de la variación de desvanecimiento en un sistema multicanal.

Según un primer aspecto, se provee un método para controlar una potencia de transmisión en un sistema multicanal, que incluye: recibir, a través de  $N$  canales de recepción,  $N$  señales enviadas por un extremo transmisor, donde una  $i^{\text{ésima}}$  señal en las  $N$  señales se envía en un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de transmisión en  $N$  canales de transmisión por el extremo transmisor, cada señal en las  $N$  señales incluye una secuencia de estimación de canal,  $N$  es un entero positivo,  $N \geq 2$ , e  $i = 1, 2, \dots, N$ ; determinar una potencia de recepción total de un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción en los  $N$  canales de recepción; determinar una matriz de canal  $\mathbf{H}$  según una secuencia de estimación de canal recibida; determinar una potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, donde la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción indica una potencia de recepción, que se ocupa por la  $i^{\text{ésima}}$  señal, en la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción; determinar, según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y una potencia de recepción que se requiere por la comunicación de un solo canal, una potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción; y enviar un mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, de modo que el extremo transmisor ajusta una potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según el mensaje de ajuste de potencia.

En una primera manera de implementación posible, el envío de un mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción incluye: enviar el mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es menor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, donde el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para aumentar una potencia de transmisión, de modo que el extremo transmisor aumenta la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según la solicitud de aumento de una potencia de transmisión; o enviar el mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es mayor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, donde el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para reducir una potencia de transmisión, de modo que el extremo transmisor reduce la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según la solicitud para reducir una potencia de transmisión.

Con referencia al primer aspecto o a la primera manera de implementación posible del primer aspecto, en una segunda manera de implementación posible, la determinación de una potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción incluye: determinar

35 la potencia de recepción útil  $P_{rx}^i(t)$  del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la siguiente ecuación:

$$P_{rx}^i(t) = P_{total}^i(t) \cdot R_i,$$
 donde  $P_{total}^i(t)$  representa la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción,  $R_i$  representa una proporción de la  $i^{\text{ésima}}$  señal con respecto a una señal de recepción del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, y

$$R_i = \frac{|h_{ii}|^2}{\sum_{j=1}^N |h_{ij}|^2},$$

donde  $h_{ii}$  y  $h_{ij}$  son elementos correspondientes en la matriz de canal  $\mathbf{H}$ , y

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{N1} & h_{N2} & \dots & h_{NN} \end{bmatrix}.$$

40 Con referencia al primer aspecto o a cualquier manera de implementación posible de la primera a segunda maneras de implementación posibles del primer aspecto, en una tercera manera de implementación posible, la determinación, según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y una potencia de recepción que se requiere por la comunicación de un solo canal, una potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción incluye: determinar un número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$  según la matriz de canal  $\mathbf{H}$ ; determinar un margen de potencia requerido  $P_M$  correspondiente al número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$ ; y determinar, según la siguiente ecuación, la potencia de

recepción  $P_{thr}$  requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción:  $P_{thr} = P_{SISO} + P_M$ , donde  $P_{SISO}$  representa la potencia de recepción requerida por la comunicación de un solo canal.

Según un segundo aspecto, se provee un extremo receptor, que incluye: un módulo de recepción, configurado para recibir, a través de  $N$  canales de recepción,  $N$  señales enviadas por un extremo transmisor, donde una  $i^{\text{ésima}}$  señal en las  $N$  señales se envía en un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de transmisión en  $N$  canales de transmisión por el extremo transmisor, cada señal en las  $N$  señales incluye una secuencia de estimación de canal,  $N$  es un entero positivo,  $N \geq 2$ , e  $i = 1, 2, \dots, N$ ; un módulo de determinación, configurado para determinar una potencia de recepción total de un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción en los  $N$  canales de recepción, determinar una matriz de canal  $\mathbf{H}$  según una secuencia de estimación de canal recibida, determinar una potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, donde la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción indica una potencia de recepción, que se ocupa por la  $i^{\text{ésima}}$  señal, en la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, y determinar, según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y una potencia de recepción que se requiere por la comunicación de un solo canal, una potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción; y un módulo de envío, configurado para enviar un mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, de modo que el extremo transmisor ajusta una potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según el mensaje de ajuste de potencia.

En una primera manera de implementación posible, el módulo de envío se configura, específicamente, para enviar el mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es menor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, donde el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para aumentar una potencia de transmisión, de modo que el extremo transmisor aumenta la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según la solicitud para aumentar una potencia de transmisión; o enviar el mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es mayor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, donde el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para reducir una potencia de transmisión, de modo que el extremo transmisor reduce la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según la solicitud para reducir una potencia de transmisión.

Con referencia al tercer aspecto o a la primera manera de implementación posible del segundo aspecto, en una segunda manera de implementación posible, el módulo de determinación se configura, específicamente, para determinar la potencia de recepción útil  $P_{rx}^i(t)$  del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la siguiente ecuación:

$P_{rx}^i(t) = P_{total}^i(t) \cdot R_i$ , donde  $P_{total}^i(t)$  representa la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción,  $R_i$  representa una proporción de la  $i^{\text{ésima}}$  señal con respecto a una señal de recepción del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, y

$$R_i = \frac{|h_{ii}|^2}{\sum_{j=1}^N |h_{ij}|^2},$$

donde  $h_{ii}$  y  $h_{ij}$  son elementos correspondientes en la matriz de canal  $\mathbf{H}$ , y

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{N1} & h_{N2} & \dots & h_{NN} \end{bmatrix}.$$

Con referencia al segundo aspecto o a cualquier manera de implementación posible de la primera a segunda maneras de implementación posibles del segundo aspecto, en una tercera manera de implementación posible, el módulo de determinación se configura, específicamente, para determinar un número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$  según la matriz de canal  $\mathbf{H}$ , determinar un margen de potencia requerido  $P_M$  correspondiente al número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$ , y determinar, según la siguiente ecuación, la potencia de recepción  $P_{thr}$  requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción:  $P_{thr} = P_{SISO} + P_M$ , donde  $P_{SISO}$  representa la potencia de recepción requerida por la comunicación de un solo canal.

Según las anteriores soluciones técnicas, en las realizaciones de la presente invención, una potencia de recepción útil de un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción se determina según una matriz de canal, y un mensaje de ajuste de potencia que se enviará a un extremo transmisor se determina según la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, de modo que un requisito de potencia de recepción de una señal útil puede satisfacerse, y el impacto de la variación de desvanecimiento en un sistema multicanal en el rendimiento del sistema puede reducirse.

Breve descripción de los dibujos

5 Con el fin de describir las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención de forma más clara, a continuación se introducen brevemente los dibujos anexos requeridos para describir las realizaciones de la presente invención. De manera aparente, los dibujos anexos en la siguiente descripción muestran simplemente algunas realizaciones de la presente invención, y una persona con experiencia ordinaria en la técnica puede aún derivar otros dibujos a partir de dichos dibujos anexos sin esfuerzos creativos.

La Figura 1 es un diagrama de flujo esquemático de un método para controlar una potencia de transmisión en un sistema multicanal según una realización de la presente invención;

10 la Figura 2 es un diagrama de flujo esquemático de un método para enviar un mensaje de ajuste de potencia según una realización de la presente invención;

la Figura 3 es otro diagrama de flujo esquemático de un método para controlar una potencia de transmisión en un sistema multicanal según una realización de la presente invención;

la Figura 4 es un diagrama de flujo esquemático de un método para controlar una potencia de transmisión en un sistema multicanal según otra realización de la presente invención;

15 la Figura 5 es un diagrama de flujo esquemático de un método para ajustar una potencia de transmisión según una realización de la presente invención;

la Figura 6 es un diagrama de bloques esquemático de un extremo receptor según una realización de la presente invención;

20 la Figura 7 es un diagrama de bloques esquemático de un extremo transmisor según una realización de la presente invención;

la Figura 8 es un diagrama estructural esquemático de un extremo receptor según una realización de la presente invención; y

la Figura 9 es un diagrama estructural esquemático de un extremo transmisor según una realización de la presente invención.

25 Descripción de las realizaciones

A continuación se describen, de forma clara y completa, las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos anexos en las realizaciones de la presente invención. De manera aparente, las realizaciones descritas son algunas pero no todas las realizaciones de la presente invención. Todas las demás realizaciones obtenidas por una persona con experiencia ordinaria en la técnica a partir de las realizaciones de la presente invención sin esfuerzos creativos caerán dentro del alcance de protección de la presente invención.

30 Las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención pueden aplicarse a varios sistemas multicanal, por ejemplo, un sistema de comunicaciones multicanal que usa tecnologías como, por ejemplo, la multiplexación de polarización y MIMO.

35 La Figura 1 es un diagrama de flujo esquemático de un método 100 para controlar una potencia de transmisión en un sistema multicanal según una realización de la presente invención. El método que se muestra en la Figura 1 se ejecuta por un extremo receptor. Como se muestra en la Figura 1, el método 100 incluye:

40 E110: Recibir, a través de  $N$  canales de recepción,  $N$  señales enviadas por un extremo transmisor, donde una  $i^{\text{ésima}}$  señal en las  $N$  señales se envía en un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de transmisión en  $N$  canales de transmisión por el extremo transmisor, y cada señal en las  $N$  señales incluye una secuencia de estimación de canal,  $N$  es un entero positivo,  $N \geq 2$ , e  $i = 1, 2, \dots, N$ .

E120: Determinar una potencia de recepción total de un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción en los  $N$  canales de recepción.

E130: Determinar una matriz de canal  $\mathbf{H}$  según una secuencia de estimación de canal recibida.

45 E140: Determinar una potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, donde la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción indica una potencia de recepción, que se ocupa por la  $i^{\text{ésima}}$  señal, en la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción.

E150: Determinar, según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y una potencia de recepción que se requiere por la comunicación de un solo canal, una potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción.

E160: Enviar un mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, de modo que el extremo transmisor ajusta una potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según el mensaje de ajuste de potencia.

5 En un sistema multicanal, un extremo transmisor envía  $N$  señales a un extremo receptor a través de  $N$  canales de transmisión, donde una  $i^{\text{ésima}}$  señal en las  $N$  señales se envía en un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de transmisión en los  $N$  canales de transmisión, y cada señal en las  $N$  señales incluye una secuencia de estimación de canal. El extremo receptor recibe, a través de  $N$  canales de recepción, las  $N$  señales enviadas por el extremo transmisor, y determina una potencia de recepción total de un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción en los  $N$  canales de recepción, es decir, una potencia de recepción de una señal de recepción del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción. Una señal de recepción en el sistema multicanal  
10 está sujeta a una interferencia dentro de la banda de otra antena de transmisión y, por lo tanto, la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no es una potencia de recepción de una señal útil (es decir, una  $i^{\text{ésima}}$  señal) en la señal de recepción del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción. Con el fin de determinar una potencia de recepción (es decir, una potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción), que se ocupa por la  $i^{\text{ésima}}$  señal, en la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, el extremo receptor determina una matriz de canal  $\mathbf{H}$  según una  
15 secuencia de estimación de canal recibida, y luego determina la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción. Por otro lado, el extremo receptor determina, según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y una potencia de recepción que se requiere por la comunicación de un solo canal, una potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción. Entonces, el extremo receptor determina, según la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción y la potencia de  
20 recepción que se requiere por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, si enviar un mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor. Si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, el extremo receptor envía el mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor. El extremo transmisor ajusta una potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según el mensaje de ajuste de potencia. El mensaje de ajuste de potencia se determina según la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de  
25 recepción y, por lo tanto, un requisito de potencia de recepción de una señal útil puede satisfacerse mediante el ajuste de la potencia según el mensaje de ajuste de potencia, y el impacto de la variación de desvanecimiento en el sistema multicanal en el rendimiento del sistema puede reducirse.

Según el método para controlar una potencia de transmisión en un sistema multicanal en la presente realización de la presente invención, una potencia de recepción útil de un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción se determina según una matriz  
30 de canal, y un mensaje de ajuste de potencia que se enviará a un extremo transmisor se determina según la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, de modo que un requisito de potencia de recepción de una señal útil puede satisfacerse, y el impacto de la variación de desvanecimiento en un sistema multicanal en el rendimiento del sistema puede reducirse.

35 En E110, el extremo receptor recibe, a través de los  $N$  canales de recepción, las  $N$  señales enviadas por el extremo transmisor, donde cada señal en las  $N$  señales incluye una secuencia de estimación de canal.

El extremo transmisor envía las  $N$  señales en una potencia de transmisión inicial a través de los  $N$  canales de transmisión, la  $i^{\text{ésima}}$  señal se envía en el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de transmisión, y una secuencia de estimación de canal se inserta en una estructura de trama de interfaz aérea de cada señal, donde la secuencia de estimación de canal se usa para la estimación de canal.

40 Un sistema de comunicaciones por microondas MIMO 4x4 se usa como un ejemplo. El extremo transmisor envía cuatro señales en una potencia de transmisión inicial, y una trama de interfaz aérea de cada señal incluye una secuencia de estimación de canal MIMO.

En E120, el extremo receptor determina la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción en los  $N$  canales de recepción.

45 El extremo receptor determina una potencia de recepción total de cada canal de recepción (en aras de la descripción, el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción se usa como un ejemplo para la descripción en la presente realización de la presente invención) en los  $N$  canales de recepción. Por ejemplo, la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción puede adquirirse mediante el uso de un extremo frontal de radiofrecuencia. La señal de recepción en el sistema multicanal está sujeta a una interferencia dentro de la banda de otra antena de transmisión y, por lo tanto, la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no es la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de  
50 recepción. Es decir, por medio del ajuste de potencia directo según la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, la potencia de recepción de la señal útil (es decir, la  $i^{\text{ésima}}$  señal) del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no puede asegurarse, y el impacto de la variación de desvanecimiento en un sistema no puede reducirse de forma exacta. Por lo tanto, en la presente realización de la presente invención, la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de  
55 recepción se determina posteriormente.

En E130, el extremo receptor determina la matriz de canal  $\mathbf{H}$  según la secuencia de estimación de canal recibida.

La matriz de canal  $\mathbf{H}$  incluye un canal principal y un canal de interferencia. La matriz de canal  $\mathbf{H}$  se expresa como:

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{N1} & h_{N2} & \dots & h_{NN} \end{bmatrix} \quad (1)$$

donde  $h_{ii}$  es un  $i^{\text{ésimo}}$  canal principal, y  $h_{ij}$  ( $j = 1, 2, \dots, N$ ) es un canal de interferencia provocado por una  $j^{\text{ésima}}$  señal a la  $i^{\text{ésima}}$  señal cuando  $j \neq i$ .

5 Un sistema de comunicaciones por microondas MIMO 4x4 se usa como un ejemplo. La matriz de canal  $\mathbf{H}$  se expresa como:

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} & h_{14} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} & h_{24} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} & h_{34} \\ h_{41} & h_{42} & h_{43} & h_{44} \end{bmatrix} \quad (2)$$

El extremo receptor lleva a cabo la estimación de canal según la secuencia de estimación de canal recibida, para determinar la matriz de canal  $\mathbf{H}$ .

10 Una tecnología de estimación de canal incluye un dominio temporal y un dominio de la frecuencia. Tanto en el dominio temporal como en el dominio de la frecuencia, las secuencias de estimación de canal enviadas por un extremo transmisor son mutuamente independientes u ortogonales (dominio temporal/dominio de la frecuencia es independiente u ortogonal). Suponiendo que las secuencias de estimación de canal enviadas son, de manera secuencial,  $s_1$ ,  $s_2$ ,  $s_3$ , y  $s_4$ , cada dos de las cuales son ortogonales. Una secuencia de estimación de canal recibida en un primer canal de recepción correspondiente es:

$$15 \quad y_1 = h_{11} * s_1 + h_{12} * s_2 + h_{13} * s_3 + h_{14} * s_4,$$

se calcula que la correlación cruzada de  $y_1$  y  $s_1$  es:

$$R_{y_1 s_1} = h_{11} * R_{s_1 s_1} + h_{12} * R_{s_2 s_1} + h_{13} * R_{s_3 s_1} + h_{14} * R_{s_4 s_1},$$

porque cada dos de las secuencias de estimación de canal enviadas son ortogonales, es decir,  $R_{s_2 s_1} = 0$ ,  $R_{s_3 s_1} = 0$ , y  $R_{s_4 s_1} = 0$ ,

20 se obtiene que el canal  $h_{11} = R_{y_1 s_1} / R_{s_1 s_1}$ , y

dado que  $s_1$  es una secuencia conocida,  $R_{y_1 s_1}$  y  $R_{s_1 s_1}$  pueden obtenerse, y luego  $h_{11}$  puede obtenerse.

De manera similar,  $h_{12}$  puede obtenerse según la correlación cruzada de  $y_1$  y  $s_2$  y la autocorrelación de  $s_2$ , y por analogía, la matriz de canal  $\mathbf{H}$  puede obtenerse.

25 En E140, el extremo receptor determina la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción.

En la presente realización de la presente invención, la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción indica la potencia de recepción, que se ocupa por la  $i^{\text{ésima}}$  señal, en la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción.

De manera opcional, E140 incluye:

30 determinar la potencia de recepción útil  $P_{rx}^i(t)$  del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la siguiente ecuación:

$$P_{rx}^i(t) = P_{total}^i(t) \cdot R_i, \quad (3)$$

donde  $P_{total}^i(t)$  representa la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción,  $R_i$  representa una proporción de la  $i^{\text{ésima}}$  señal con respecto a la señal de recepción del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, y

$$R_i = \frac{|h_{ii}|^2}{\sum_{j=1}^N |h_{ij}|^2}, \quad (4),$$

donde  $h_{ii}$  y  $h_{ij}$  son elementos correspondientes en la matriz de canal  $\mathbf{H}$ .

Es decir, la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es un producto de la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción y una proporción de una señal útil con respecto a la señal de recepción del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción.

Debe comprenderse que la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción también puede obtenerse restando una potencia de recepción ocupada por una señal de interferencia en la señal de recepción del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción de la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción. Dicha manera de implementación también debe caer dentro del alcance de protección de la presente invención.

En E150, el extremo receptor determina, según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y una potencia de recepción que se requiere por la comunicación de un solo canal, una potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción.

En la presente realización de la presente invención, la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción indica una potencia de recepción requerida para recibir, de forma exacta, la  $i^{\text{ésima}}$  señal en el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción. El extremo receptor determina, según si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, si la potencia necesita ajustarse.

La potencia de recepción  $P_{thr}$  requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción puede obtenerse añadiendo un margen de potencia requerido  $P_M$  a la potencia de recepción  $P_{SISO}$  requerida por la comunicación de un solo canal. La potencia de recepción  $P_{SISO}$  requerida por la comunicación de un solo canal puede preconfigurarse para el extremo receptor. El margen de potencia requerido  $P_M$  corresponde a un número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$ .

Es decir, de manera opcional, E150 incluye:

determinar el número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$  según la matriz de canal  $\mathbf{H}$ ;

determinar el margen de potencia requerido  $P_M$  correspondiente al número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$ ; y

determinar, según la siguiente ecuación, la potencia de recepción  $P_{thr}$  requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción:

$$P_{thr} = P_{SISO} + P_M, \quad (5)$$

donde  $P_{SISO}$  representa la potencia de recepción requerida por la comunicación de un solo canal.

De manera específica, el número de condición de la matriz de canal es igual a un resultado obtenido dividiendo un valor propio máximo de la matriz de canal por un valor propio mínimo. El rendimiento de un sistema de comunicaciones multicanal está relacionado con un canal multicanal. Si el número de condición de la matriz de canal es más cercano a 1, ello indica que el canal es mejor y que el rendimiento del sistema es más alto; y si el número de condición de la matriz de canal es mayor, ello indica que el canal es peor y que el rendimiento del sistema es más bajo.

Una tabla de correspondencia puede establecerse con antelación entre un número de condición de una matriz de canal y un margen de potencia requerido. El extremo receptor obtiene el número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$  mediante el cálculo de un valor propio de la matriz de canal  $\mathbf{H}$ , obtiene el margen de potencia requerido  $P_M$  correspondiente al número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$  mediante consulta de la tabla, y luego obtiene, según la Ecuación(4), la potencia de recepción  $P_{thr}$  requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción.

En E160, el extremo receptor envía el mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, de modo que el extremo transmisor ajusta la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según el mensaje de ajuste de potencia.

El extremo receptor determina, según si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, si enviar el mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor. Cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, el extremo receptor envía el mensaje de ajuste de potencia al



extremo transmisor, de modo que el extremo transmisor ajusta la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal según el mensaje de ajuste de potencia.

5 Debe comprenderse que, en la presente realización de la presente invención, la concordancia de dos potencias puede ser que las dos potencias sean iguales o puede ser que una diferencia de las dos potencias se encuentre dentro de cierto rango. De forma similar, la discordancia de dos potencias puede ser que las dos potencias no sean iguales o puede ser que una diferencia de las dos potencias se encuentre más allá de cierto rango.

En la presente realización de la presente invención, de manera opcional, como se muestra en la Figura 2, E160 incluye:

10 E161: enviar el mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es menor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, donde el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para aumentar una potencia de transmisión, de modo que el extremo transmisor aumenta la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal según la solicitud para aumentar una potencia de transmisión; o

15 E162: enviar el mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es mayor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, donde el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para reducir una potencia de transmisión, de modo que el extremo transmisor reduce la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal según la solicitud para reducir una potencia de transmisión.

20 De manera específica, cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es menor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, el extremo receptor envía, al extremo transmisor, el mensaje de ajuste de potencia que lleva la solicitud para aumentar una potencia de transmisión. El extremo transmisor aumenta la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal según la solicitud para aumentar una potencia de transmisión.

25 Cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es mayor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, el extremo receptor envía, al extremo transmisor, el mensaje de ajuste de potencia que lleva la solicitud para reducir una potencia de transmisión. El extremo transmisor reduce la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal según la solicitud para reducir una potencia de transmisión.

De manera opcional, el extremo transmisor puede ajustar (aumentar o reducir) la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal según cierta etapa  $\Delta P$ , por ejemplo, según la siguiente ecuación:

$$P_{tx}^i(t+1) = P_{tx}^i(t) + \Delta P \quad (6)$$

30 Cuando la potencia de transmisión se aumenta,  $\Delta P$  es un valor positivo; y cuando la potencia de transmisión se reduce,  $\Delta P$  es un valor negativo. El extremo transmisor envía una señal según una potencia de transmisión ajustada  $P_{tx}^i(t+1)$ .

El extremo transmisor también puede ajustar la potencia de transmisión de otra manera. Por ejemplo, el mensaje de ajuste de potencia enviado por el extremo receptor al extremo transmisor incluye un valor que necesita ajustarse

35 (que puede ser una diferencia entre  $P_{rx}^i(t)$  y  $P_{thr}$ ), y el extremo transmisor ajusta la potencia de transmisión según el valor que necesita ajustarse. En la presente realización de la presente invención, la manera de ajustar la potencia de transmisión por el extremo transmisor no se encuentra limitada.

En la presente realización de la presente invención, de manera opcional, como se muestra en la Figura 3, el método 100 además incluye:

40 E170: Saltar el envío del mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción.

Cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, es decir, cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción satisface un requisito, el extremo receptor no envía el mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor.

45 Si el extremo transmisor ajusta la potencia de transmisión según cierta etapa, el extremo transmisor ajusta la potencia de transmisión según la etapa siempre que el mensaje de ajuste de potencia enviado por el extremo receptor se reciba, y hasta que la potencia de recepción cumpla con el requisito, el extremo receptor ya no envía el mensaje de ajuste de potencia.

Según el método para controlar una potencia de transmisión en un sistema multicanal en la presente realización de la presente invención, si una potencia necesita ajustarse se determina según una potencia de recepción útil, de modo que un requisito de potencia de recepción de una señal útil puede satisfacerse, el impacto de la variación de desvanecimiento en un sistema multicanal en el rendimiento del sistema puede reducirse, y la interferencia con un sistema vecino se reduce.

Debe comprenderse que los ejemplos específicos en la presente realización de la presente invención solo son para ayudar a una persona con experiencia en la técnica a comprender mejor la presente realización de la presente invención, antes que para limitar el alcance de la presente realización de la presente invención.

El método para controlar una potencia de transmisión en un sistema multicanal según las realizaciones de la presente invención se describe más arriba en detalle desde la perspectiva de un extremo receptor, y un método para controlar una potencia de transmisión en un sistema multicanal según las realizaciones de la presente invención se describe a continuación desde la perspectiva de un extremo transmisor.

La Figura 4 es un diagrama de flujo esquemático de un método 400 para controlar una potencia de transmisión en un sistema multicanal según una realización de la presente invención. El método que se muestra en la Figura 4 se ejecuta por un extremo transmisor. Como se muestra en la Figura 4, el método 400 incluye:

E410: Enviar  $N$  señales a un extremo receptor a través de  $N$  canales de transmisión, donde una  $i^{\text{ésima}}$  señal en las  $N$  señales se envía en un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de transmisión en los  $N$  canales de transmisión, y cada señal en las  $N$  señales incluye una secuencia de estimación de canal, de modo que el extremo receptor determina una potencia de recepción total de un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción en  $N$  canales de recepción, y determina una matriz de canal  $\mathbf{H}$  según una secuencia de estimación de canal recibida, donde  $N$  es un entero positivo,  $N \geq 2$ , e  $i = 1, 2, \dots, N$ .

E420: Recibir un mensaje de ajuste de potencia que se envía por el extremo receptor cuando una potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no concuerda con una potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, donde la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción se determina por el extremo receptor según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción indica una potencia de recepción, que se ocupa por la  $i^{\text{ésima}}$  señal, en la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, y la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción se determina por el extremo receptor según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y una potencia de recepción que se requiere por la comunicación de un solo canal.

E430: Ajustar una potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según el mensaje de ajuste de potencia.

En un sistema multicanal, un extremo transmisor envía  $N$  señales a un extremo receptor a través de  $N$  canales de transmisión, donde una  $i^{\text{ésima}}$  señal en las  $N$  señales se envía en un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de transmisión en los  $N$  canales de transmisión, y cada señal en las  $N$  señales incluye una secuencia de estimación de canal. El extremo receptor determina una potencia de recepción total de un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción en  $N$  canales de recepción, determina una matriz de canal  $\mathbf{H}$  según una secuencia de estimación de canal recibida, luego determina una potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción y, al mismo tiempo, determina, según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y una potencia de recepción que se requiere por la comunicación de un solo canal, una potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción. Cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, el extremo receptor envía un mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor. El extremo transmisor recibe el mensaje de ajuste de potencia y ajusta una potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según el mensaje de ajuste de potencia. El mensaje de ajuste de potencia se determina según la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción y, por lo tanto, un requisito de potencia de recepción de una señal útil puede satisfacerse mediante el ajuste de una potencia según el mensaje de ajuste de potencia, y el impacto de la variación de desvanecimiento en un sistema multicanal en el rendimiento del sistema puede reducirse.

Según el método para controlar una potencia de transmisión en un sistema multicanal en la presente realización de la presente invención, una potencia de transmisión de una señal se ajusta según un mensaje de ajuste de potencia que se envía por un extremo receptor según una potencia de recepción útil, de modo que un requisito de potencia de recepción de una señal útil puede satisfacerse, y el impacto de la variación de desvanecimiento en un sistema multicanal en el rendimiento del sistema puede reducirse.

En la presente realización de la presente invención, de manera opcional, como se muestra en la Figura 5, E430 incluye:

E431: si el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para aumentar una potencia de transmisión, aumentar la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según la solicitud para aumentar una potencia de transmisión, donde el mensaje de ajuste de potencia se envía por el extremo receptor cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es menor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción; o

E432: si el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para reducir una potencia de transmisión, reducir la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal según la solicitud para reducir una potencia de transmisión, donde el mensaje de ajuste de potencia se envía por el extremo receptor cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es mayor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción.

- 5 De manera opcional, el extremo transmisor puede ajustar (aumentar o reducir) la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal según cierta etapa  $\Delta P$ , por ejemplo, según la siguiente ecuación:

$$P_{tx}^i(t+1) = P_{tx}^i(t) + \Delta P.$$

Cuando la potencia de transmisión se aumenta,  $\Delta P$  es un valor positivo; y cuando la potencia de transmisión se reduce,  $\Delta P$  es un valor negativo. El extremo transmisor envía una señal según una potencia de transmisión ajustada

10  $P_{tx}^i(t+1).$

El extremo transmisor también puede ajustar la potencia de transmisión de otra manera. Por ejemplo, el mensaje de ajuste de potencia enviado por el extremo receptor al extremo transmisor incluye un valor que necesita ajustarse

(que puede ser una diferencia entre  $P_{rx}^i(t)$  y  $P_{thr}$ ), y el extremo transmisor ajusta la potencia de transmisión según el valor que necesita ajustarse. En la presente realización de la presente invención, la manera de ajustar la potencia de transmisión por el extremo transmisor no se encuentra limitada.

- 15

En la presente realización de la presente invención, de manera opcional, la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción se determina por el extremo receptor según la siguiente ecuación:

$$P_{rx}^i(t) = P_{total}^i(t) \cdot R_i,$$

- 20 donde  $P_{rx}^i(t)$  representa la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción,  $P_{total}^i(t)$  representa la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción,  $R_i$  representa una proporción de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal con respecto a una señal de recepción del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, y

$$R_i = \frac{|h_{ii}|^2}{\sum_{j=1}^N |h_{ij}|^2},$$

donde  $h_{ii}$  y  $h_{ij}$  son elementos correspondientes en la matriz de canal  $\mathbf{H}$ , y

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{N1} & h_{N2} & \dots & h_{NN} \end{bmatrix}.$$

- 25 En la presente realización de la presente invención, de manera opcional, la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción se determina por el extremo receptor según la siguiente ecuación:

$$P_{thr} = P_{SISO} + P_M,$$

- 30 donde  $P_{thr}$  representa la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción,  $P_{SISO}$  representa la potencia de recepción requerida por la comunicación de un solo canal, y  $P_M$  representa un margen de potencia requerido correspondiente a un número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$ .

Debe comprenderse que, en la presente realización de la presente invención, la interacción entre el extremo receptor y el extremo transmisor, características relacionadas, y funciones que se describen desde el lado del extremo receptor corresponden a aquellos descritos desde el lado del extremo transmisor, y no se describen en la presente memoria nuevamente en aras de la claridad.

- 35 Según el método para controlar una potencia de transmisión en un sistema multicanal en la presente realización de la presente invención, una potencia de transmisión de una señal se ajusta según un mensaje de ajuste de potencia

que se envía por un extremo receptor según una potencia de recepción útil, de modo que un requisito de potencia de recepción de una señal útil puede satisfacerse, y el impacto de la variación de desvanecimiento en un sistema multicanal en el rendimiento del sistema puede reducirse, y la interferencia con un sistema vecino se reduce.

5 Debe comprenderse que, en las realizaciones de la presente invención, los números de secuencia de los procesos anteriores no indican una secuencia de ejecución; y la secuencia de ejecución de los procesos debe determinarse según las funciones y lógica interna de los procesos, pero no deben constituir una limitación a los procesos de implementación de las realizaciones de la presente invención.

10 El método para controlar una potencia de transmisión en un sistema multicanal según las realizaciones de la presente invención se describe más arriba en detalle, y un extremo receptor y un extremo transmisor según las realizaciones de la presente invención se describen a continuación.

La Figura 6 es un diagrama de bloques esquemático de un extremo receptor 600 según una realización de la presente invención. Como se muestra en la Figura 6, el extremo receptor 600 incluye:

15 un módulo de recepción 610, configurado para recibir, a través de  $N$  canales de recepción,  $N$  señales enviadas por un extremo transmisor, donde una  $i^{\text{ésimo}}$  señal en las  $N$  señales se envía en un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de transmisión en  $N$  canales de transmisión por el extremo transmisor, cada señal en las  $N$  señales incluye una secuencia de estimación de canal,  $N$  es un entero positivo,  $N \geq 2$ , e  $i = 1, 2, \dots, N$ ;

20 un módulo de determinación 620, configurado para determinar una potencia de recepción total de un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción en los  $N$  canales de recepción, determinar una matriz de canal  $\mathbf{H}$  según una secuencia de estimación de canal recibida, determinar una potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, donde la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción indica una potencia de recepción, que se ocupa por la  $i^{\text{ésimo}}$  señal, en la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, y determinar, según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y una potencia de recepción que se requiere por la comunicación de un solo canal, una potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción; y

25 un módulo de envío 630, configurado para enviar un mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, de modo que el extremo transmisor ajusta una potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal según el mensaje de ajuste de potencia.

30 En un sistema multicanal, un extremo transmisor envía  $N$  señales a un extremo receptor 600 a través de  $N$  canales de transmisión, donde una  $i^{\text{ésimo}}$  señal en las  $N$  señales se envía en un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de transmisión en los  $N$  canales de transmisión, y cada señal en las  $N$  señales incluye una secuencia de estimación de canal. Un módulo de recepción 610 del extremo receptor 600 recibe, a través de  $N$  canales de recepción, las  $N$  señales enviadas por el extremo transmisor; un módulo de determinación 620 determina una potencia de recepción total de un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción en los  $N$  canales de recepción, determina una matriz de canal  $\mathbf{H}$  según una secuencia de estimación de canal recibida, determina una potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, y determina, según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y una potencia de recepción que se requiere por la comunicación de un solo canal, una potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción; y un módulo de envío 630 envía un mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción. El extremo transmisor ajusta una potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal según el mensaje de ajuste de potencia. El mensaje de ajuste de potencia se determina según la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción y, por lo tanto, un requisito de potencia de recepción de una señal útil puede satisfacerse mediante el ajuste de la potencia según el mensaje de ajuste de potencia, y el impacto de la variación de desvanecimiento en el sistema multicanal en el rendimiento del sistema puede reducirse.

45 Según el extremo receptor en la presente realización de la presente invención, una potencia de recepción útil de un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción se determina según una matriz de canal, y un mensaje de ajuste de potencia que se enviará a un extremo transmisor se determina según la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, de modo que un requisito de potencia de recepción de una señal útil puede satisfacerse, y el impacto de la variación de desvanecimiento en un sistema multicanal en el rendimiento del sistema puede reducirse.

50 En la presente realización de la presente invención, de manera opcional, el módulo de envío 630 se configura, específicamente, para

55 enviar el mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es menor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, donde el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para aumentar una potencia de transmisión, de modo que el extremo transmisor aumenta la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal según la solicitud para aumentar la potencia de transmisión.

En la presente realización de la presente invención, de manera opcional, el módulo de envío 630 se configura, específicamente, para

5 enviar el mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es mayor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, donde el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para reducir una potencia de transmisión, de modo que el extremo transmisor reduce la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según la solicitud para reducir la potencia de transmisión.

10 En la presente realización de la presente invención, de manera opcional, el módulo de envío 630 se configura además para saltar el envío del mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción.

En la presente realización de la presente invención, de manera opcional, el módulo de determinación 620 se configura, específicamente, para determinar la potencia de recepción útil  $P_{rx}^i(t)$  del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la siguiente ecuación:

$$P_{rx}^i(t) = P_{total}^i(t) \cdot R_i,$$

15 donde  $P_{total}^i(t)$  representa la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción,  $R_i$  representa una proporción de la  $i^{\text{ésima}}$  señal con respecto a una señal de recepción del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, y

$$R_i = \frac{|h_{ii}|^2}{\sum_{j=1}^N |h_{ij}|^2},$$

donde  $h_{ii}$  y  $h_{ij}$  son elementos correspondientes en la matriz de canal  $\mathbf{H}$ , y

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{N1} & h_{N2} & \dots & h_{NN} \end{bmatrix}.$$

20 En la presente realización de la presente invención, de manera opcional, el módulo de determinación 620 se configura, específicamente, para determinar un número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$  según la matriz de canal  $\mathbf{H}$ , determinar un margen de potencia requerido  $P_M$  correspondiente al número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$ , y determinar, según la siguiente ecuación, la potencia de recepción  $P_{thr}$  requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción:

25  $P_{thr} = P_{SISO} + P_M,$

donde  $P_{SISO}$  representa la potencia de recepción requerida por la comunicación de un solo canal.

30 El extremo receptor 600 según la presente realización de la presente invención puede corresponder al extremo receptor en el método para controlar una potencia de transmisión en un sistema multicanal según las realizaciones de la presente invención, y lo anterior y otros funcionamientos y/o funciones de módulos en el extremo receptor 600 se usan, cada uno, para implementar procesos correspondientes de los métodos que se muestran en la Figura 1 a la Figura 5, y no se describen nuevamente en la presente memoria en aras de la brevedad.

35 Según el extremo receptor en la presente realización de la presente invención, si una potencia necesita ajustarse se determina según una potencia de recepción útil, de modo que un requisito de potencia de recepción de una señal útil puede satisfacerse, el impacto de la variación de desvanecimiento en un sistema multicanal en el rendimiento del sistema puede reducirse, y la interferencia con un sistema vecino se reduce.

La Figura 7 es un diagrama de bloques esquemático de un extremo transmisor 700 según una realización de la presente invención. Como se muestra en la Figura 7, el extremo transmisor 700 incluye:

5 un módulo de envío 710, configurado para enviar  $N$  señales a un extremo receptor a través de  $N$  canales de transmisión, donde una  $i^{\text{ésimo}}$  señal en las  $N$  señales se envía en un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de transmisión en los  $N$  canales de transmisión, y cada señal en las  $N$  señales incluye una secuencia de estimación de canal, de modo que el extremo receptor determina una potencia de recepción total de un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción en  $N$  canales de recepción, y determina una matriz de canal  $\mathbf{H}$  según una secuencia de estimación de canal recibida, donde  $N$  es un entero positivo,  $N \geq 2$ , e  $i = 1, 2, \dots, N$ ;

10 un módulo de recepción 720, configurado para recibir un mensaje de ajuste de potencia que se envía por el extremo receptor cuando una potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no concuerda con una potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, donde la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción se determina por el extremo receptor según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción indica una potencia de recepción, que se ocupa por la  $i^{\text{ésimo}}$  señal, en la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, y la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción se determina por el extremo receptor según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y una potencia de recepción que se requiere por la comunicación de un solo canal; y

15 un módulo de ajuste 730, configurado para ajustar una potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal según el mensaje de ajuste de potencia.

20 Según el extremo transmisor en la presente realización de la presente invención, una potencia de transmisión de una señal se ajusta según un mensaje de ajuste de potencia que se envía por un extremo receptor según una potencia de recepción útil, de modo que un requisito de potencia de recepción de una señal útil puede satisfacerse, y el impacto de la variación de desvanecimiento en un sistema multicanal en el rendimiento del sistema puede reducirse.

En la presente realización de la presente invención, de manera opcional, el módulo de ajuste 730 se configura, específicamente, para

25 si el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para aumentar una potencia de transmisión, aumentar la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal según la solicitud para aumentar una potencia de transmisión, donde el mensaje de ajuste de potencia se envía por el extremo receptor y cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es menor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción.

En la presente realización de la presente invención, de manera opcional, el módulo de ajuste 730 se configura, específicamente, para

30 si el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para reducir una potencia de transmisión, reducir la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal según la solicitud para reducir una potencia de transmisión, donde el mensaje de ajuste de potencia se envía por el extremo receptor cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es mayor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción.

35 En la presente realización de la presente invención, de manera opcional, la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción se determina por el extremo receptor según la siguiente ecuación:

$$P_{rx}^i(t) = P_{total}^i(t) \cdot R_i,$$

donde  $P_{rx}^i(t)$  representa la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción,  $P_{total}^i(t)$  representa la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción,  $R_i$  representa una proporción de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal con respecto a una señal de recepción del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, y

$$R_i = \frac{|h_{ii}|^2}{\sum_{j=1}^N |h_{ij}|^2},$$

40 donde  $h_{ii}$ ,  $h_{ij}$  y  $h_{ij}$  son elementos correspondientes en la matriz de canal  $\mathbf{H}$ , y

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{N1} & h_{N2} & \dots & h_{NN} \end{bmatrix}.$$

En la presente realización de la presente invención, de manera opcional, la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción se determina por el extremo receptor según la siguiente ecuación:

$$P_{thr} = P_{SISO} + P_M,$$

- 5 donde  $P_{thr}$  representa la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción,  $P_{SISO}$  representa la potencia de recepción requerida por la comunicación de un solo canal, y  $P_M$  representa un margen de potencia requerido correspondiente a un número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$ .

10 El extremo transmisor 700 según la presente realización de la presente invención puede corresponder al extremo transmisor en el método para controlar una potencia de transmisión en un sistema multicanal según las realizaciones de la presente invención, y lo anterior y otros funcionamientos y/o funciones de módulos en el extremo transmisor 700 se usan, cada uno, para implementar procesos correspondientes de los métodos que se muestran en la Figura 1 a la Figura 5, y no se describen nuevamente en la presente memoria en aras de la brevedad.

15 Según el extremo transmisor en la presente realización de la presente invención, una potencia de transmisión de una señal se ajusta según un mensaje de ajuste de potencia que se envía por un extremo receptor según una potencia de recepción útil, de modo que un requisito de potencia de recepción de una señal útil puede satisfacerse, el impacto de la variación de desvanecimiento en un sistema multicanal en el rendimiento del sistema puede reducirse, y la interferencia con un sistema vecino se reduce.

20 La Figura 8 muestra una estructura de un extremo receptor según otra realización de la presente invención, y el extremo receptor incluye al menos un procesador 802 (por ejemplo, una CPU), al menos una interfaz de red 805 u otras interfaces de comunicaciones, una memoria 806, y al menos un bus de comunicaciones 803, configurados para implementar la conexión y comunicación entre dichos aparatos. El procesador 802 se configura para ejecutar un módulo ejecutable almacenado en la memoria 806, por ejemplo, un programa de ordenador. La memoria 806 puede incluir una memoria de acceso aleatorio (RAM, por sus siglas en inglés) de alta velocidad, o puede incluir una memoria permanente (memoria permanente), por ejemplo, al menos una memoria de disco. Una conexión de comunicación entre la al menos una interfaz de red 805 (que puede ser cableada o inalámbrica) y al menos otro elemento de red se implementa mediante el uso de Internet, una red de área amplia, una red de área local, una red de área metropolitana y similares.

En algunas maneras de implementación, la memoria 806 almacena un programa 8061 y el programa 8061 se puede ejecutar por el procesador 802. El programa incluye:

- 30 recibir, a través de  $N$  canales de recepción,  $N$  señales enviadas por un extremo transmisor, donde una  $i^{\text{ésima}}$  señal en las  $N$  señales se envía en un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de transmisión en  $N$  canales de transmisión por el extremo transmisor, cada señal en las  $N$  señales incluye una secuencia de estimación de canal,  $N$  es un entero positivo,  $N \geq 2$ , e  $i = 1, 2, \dots, N$ ;

determinar una potencia de recepción total de un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción en los  $N$  canales de recepción;

determinar una matriz de canal  $\mathbf{H}$  según una secuencia de estimación de canal recibida;

- 35 determinar una potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, donde la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción indica una potencia de recepción, que se ocupa por la  $i^{\text{ésima}}$  señal, en la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción;

- 40 determinar, según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y una potencia de recepción que se requiere por la comunicación de un solo canal, una potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción; y

enviar un mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, de modo que el extremo transmisor ajusta una potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según el mensaje de ajuste de potencia.

- 45 De manera opcional, el envío de un mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción incluye:

5 enviar el mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es menor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, donde el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para aumentar una potencia de transmisión, de modo que el extremo transmisor aumenta la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según la solicitud para aumentar la potencia de transmisión; o

enviar el mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es mayor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, donde el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para reducir una potencia de transmisión, de modo que el extremo transmisor reduce la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según la solicitud para reducir la potencia de transmisión.

10 De manera opcional, el programa además incluye:

saltar el envío del mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción.

De manera opcional, la determinación de una potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción incluye:

15 determinar la potencia de recepción útil  $P_{rx}^i(t)$  del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la siguiente ecuación:

$$P_{rx}^i(t) = P_{total}^i(t) \cdot R_i,$$

donde  $P_{total}^i(t)$  representa la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción,  $R_i$  representa una proporción de la  $i^{\text{ésima}}$  señal con respecto a una señal de recepción del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, y

$$R_i = \frac{|h_{ii}|^2}{\sum_{j=1}^N |h_{ij}|^2},$$

20 donde  $h_{ii}$  y  $h_{ij}$  son elementos correspondientes en la matriz de canal  $\mathbf{H}$ , y

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{N1} & h_{N2} & \dots & h_{NN} \end{bmatrix}.$$

De manera opcional, la determinación, según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y una potencia de recepción que se requiere por la comunicación de un solo canal, de una potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción incluye:

determinar un número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$  según la matriz de canal  $\mathbf{H}$ ;

25 determinar un margen de potencia requerido  $P_M$  correspondiente al número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$ ; y

determinar, según la siguiente ecuación, la potencia de recepción  $P_{thr}$  requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción:

$$P_{thr} = P_{SISO} + P_M,$$

donde  $P_{SISO}$  representa la potencia de recepción requerida por la comunicación de un solo canal.

30 Puede verse a partir de las anteriores soluciones técnicas provistas en las realizaciones de la presente invención que, en la presente realización de la presente invención, una potencia de recepción útil de un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción se determina según una matriz de canal, y un mensaje de ajuste de potencia que se enviará a un extremo transmisor se determina según la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, de modo que un requisito de potencia de recepción de una señal útil puede satisfacerse, y el impacto de la variación de desvanecimiento en un sistema multicanal en el rendimiento del sistema puede reducirse.

35



La Figura 9 muestra una estructura de un extremo transmisor según otra realización de la presente invención, y el extremo transmisor incluye al menos un procesador 902 (por ejemplo, una CPU), al menos una interfaz de red 905 u otras interfaces de comunicaciones, una memoria 906, y al menos un bus de comunicaciones 903, configurados para implementar la conexión y comunicación entre dichos aparatos. El procesador 902 se configura para ejecutar un módulo ejecutable almacenado en la memoria 906, por ejemplo, un programa de ordenador. La memoria 906 puede incluir una memoria de acceso aleatorio (RAM) de alta velocidad, o puede incluir una memoria permanente (memoria permanente), por ejemplo, al menos una memoria de disco. Una conexión de comunicación entre la al menos una interfaz de red 905 (que puede ser cableada o inalámbrica) y al menos otro elemento de red se implementa mediante el uso de Internet, una red de área amplia, una red de área local, una red de área metropolitana y similares.

En algunas maneras de implementación, la memoria 906 almacena un programa 9061 y el programa 9061 se puede ejecutar por el procesador 902. El programa incluye:

enviar  $N$  señales a un extremo receptor a través de  $N$  canales de transmisión, donde una  $i^{\text{ésimo}}$  señal en las  $N$  señales se envía en un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de transmisión en los  $N$  canales de transmisión, y cada señal en las  $N$  señales incluye una secuencia de estimación de canal, de modo que el extremo receptor determina una potencia de recepción total de un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción en  $N$  canales de recepción, y determina una matriz de canal  $\mathbf{H}$  según una secuencia de estimación de canal recibida, donde  $N$  es un entero positivo,  $N \geq 2$ , e  $i = 1, 2, \dots, N$ ;

recibir un mensaje de ajuste de potencia que se envía por el extremo receptor cuando una potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no concuerda con una potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, donde la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción se determina por el extremo receptor según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción indica una potencia de recepción, que se ocupa por la  $i^{\text{ésimo}}$  señal, en la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, y la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción se determina por el extremo receptor según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y una potencia de recepción que se requiere por la comunicación de un solo canal; y

ajustar una potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal según el mensaje de ajuste de potencia.

De manera opcional, el ajuste de una potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal según el mensaje de ajuste de potencia incluye:

si el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para aumentar una potencia de transmisión, aumentar la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal según la solicitud para aumentar una potencia de transmisión, donde el mensaje de ajuste de potencia se envía por el extremo receptor cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es menor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción; o

si el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para reducir una potencia de transmisión, reducir la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal según la solicitud para reducir una potencia de transmisión, donde el mensaje de ajuste de potencia se envía por el extremo receptor cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es mayor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción.

De manera opcional, la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción se determina por el extremo receptor según la siguiente ecuación:

$$P_{rx}^i(t) = P_{total}^i(t) \cdot R_i,$$

donde  $P_{rx}^i(t)$  representa la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción,  $P_{total}^i(t)$  representa la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción,  $R_i$  representa una proporción de la  $i^{\text{ésimo}}$  señal con respecto a una señal de recepción del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, y

$$R_i = \frac{|h_{ii}|^2}{\sum_{j=1}^N |h_{ij}|^2},$$

donde  $h_{ii}$  y  $h_{ij}$  son elementos correspondientes en la matriz de canal  $\mathbf{H}$ , y

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{N1} & h_{N2} & \dots & h_{NN} \end{bmatrix}.$$

De manera opcional, la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción se determina por el extremo receptor según la siguiente ecuación:

$$P_{thr} = P_{SISO} + P_M,$$

5 donde  $P_{thr}$  representa la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción,  $P_{SISO}$  representa la potencia de recepción requerida por la comunicación de un solo canal, y  $P_M$  representa un margen de potencia requerido correspondiente a un número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$ .

10 Puede verse a partir de las anteriores soluciones técnicas provistas en las realizaciones de la presente invención que, en la presente realización de la presente invención, una potencia de transmisión de una señal se ajusta según un mensaje de ajuste de potencia que se envía por un extremo receptor según una potencia de recepción útil, de modo que un requisito de potencia de recepción de una señal útil puede satisfacerse, y el impacto de la variación de desvanecimiento en un sistema multicanal en el rendimiento del sistema puede reducirse.

15 Debe comprenderse que el término "y/o" en las realizaciones de la presente invención describe solamente una relación de asociación para describir objetos asociados y representa que pueden existir tres relaciones. Por ejemplo, A y/o B puede representar los siguientes tres casos: solo existe A, tanto A como B existen, y solo existe B. Además, el símbolo "/" en la presente memoria descriptiva en general indica que los objetos asociados antes y después del símbolo se encuentran en una relación de "o".

20 Una persona con experiencia ordinaria en la técnica puede darse cuenta de que, en combinación con los ejemplos descritos en las realizaciones descritas en la presente memoria descriptiva, las etapas de las unidades y algoritmos se pueden implementar por hardware electrónico, software del ordenador o una combinación de ellos. Con el fin de describir, de manera clara, la intercambiabilidad entre hardware y software, lo anterior ha descrito, de forma general, las etapas y composiciones de cada ejemplo según las funciones. Si las funciones se llevan a cabo por hardware o software depende de las aplicaciones particulares y de las condiciones de limitación de diseño de las soluciones técnicas. Una persona con experiencia en la técnica puede usar diferentes métodos para implementar las funciones descritas para cada aplicación particular, pero no se debe considerar que dicha implementación excede el alcance de la presente invención.

25 Una persona con experiencia en la técnica podrá comprender de forma clara que, a los fines de una descripción conveniente y breve, para un proceso de trabajo detallado del sistema, aparato y unidad anteriores, se puede hacer referencia a un proceso correspondiente en las realizaciones anteriores del método y los detalles no se describen nuevamente en la presente memoria.

30 En las diversas realizaciones provistas en la presente solicitud, se debe comprender que el sistema, aparato y método descritos pueden implementarse de otras maneras. Por ejemplo, la realización del aparato descrita es meramente a modo de ejemplo. Por ejemplo, la división de unidad es meramente una división de función lógica y en la implementación real la división puede ser otra. Por ejemplo, se pueden combinar o integrar en otro sistema múltiples unidades o componentes, o algunas características se pueden ignorar o no llevar a cabo. Además, los acoplamientos mutuos representados o descritos o los acoplamientos directos o conexiones de comunicaciones se pueden implementar a través de algunas interfaces. Los acoplamientos indirectos o conexiones de comunicación entre los aparatos o unidades se pueden implementar de forma electrónica, mecánica u otras.

35 Las unidades descritas como partes separadas pueden o pueden no estar físicamente separadas, y las partes que se muestran como unidades pueden o pueden no ser unidades físicas, pueden estar ubicadas en una posición, o pueden distribuirse en múltiples unidades de red. Una parte de o todas las unidades se pueden seleccionar según las necesidades reales para lograr los objetivos de las soluciones en las realizaciones de la presente invención.

40 Además, las unidades funcionales en las realizaciones de la presente invención se pueden integrar en una unidad de procesamiento, o cada una de las unidades puede existir sola físicamente, o dos o más unidades se integran en una unidad. La unidad integrada se puede implementar en forma de hardware o se puede implementar en forma de una unidad funcional de software.

45 Cuando la unidad integrada se implementa en la forma de una unidad funcional de software y se vende o usa como un producto independiente, la unidad integrada se puede almacenar en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Según dicho entendimiento, las soluciones técnicas de la presente invención esencialmente, o la parte

5 que contribuye a la técnica anterior, o todas o una parte de las soluciones técnicas se pueden implementar en forma de un producto de software. El producto de software de ordenador se almacena en un medio de almacenamiento e incluye varias instrucciones para ordenar a un dispositivo informático (que puede ser un ordenador personal, un servidor, un dispositivo de red o similares) que lleve a cabo todas o algunas de las etapas de los métodos descritos en las realizaciones de la presente invención. El medio de almacenamiento anterior incluye: cualquier medio que pueda almacenar un código de programa como, por ejemplo, una memoria flash USB, un disco duro extraíble, una memoria de solo lectura (ROM, memoria de sólo lectura), una memoria de acceso aleatorio (RAM, memoria de acceso aleatorio), un disco magnético, o un disco óptico.

10 Las anteriores descripciones son meramente maneras específicas de implementación de la presente invención, pero no pretenden limitar el alcance de protección de la presente invención. Cualquier modificación o reemplazo descubierto inmediatamente por una persona con experiencia en la técnica dentro del alcance técnico descrito en la presente invención caerá dentro del alcance de protección de la presente invención. Por lo tanto, el alcance de protección de la presente invención estará sujeto al alcance de protección de las reivindicaciones.

15

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para controlar una potencia de transmisión en un sistema multicanal, que comprende:

recibir (E110), a través de  $N$  canales de recepción,  $N$  señales enviadas por un extremo transmisor, donde una  $i^{\text{ésima}}$  señal en las  $N$  señales se envía en un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de transmisión en  $N$  canales de transmisión por el extremo transmisor, cada señal en las  $N$  señales comprende una secuencia de estimación de canal,  $N$  es un entero positivo, entero,  $N \geq 2$ , e  $i = 1, 2, \dots, N$ ;

determinar (E120) una potencia de recepción total de un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción en los  $N$  canales de recepción;

determinar (E130) una matriz de canal  $\mathbf{H}$  según la secuencia de estimación de canal recibida;

determinar (E140) una potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, en donde la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción indica una potencia de recepción, que se ocupa por la  $i^{\text{ésima}}$  señal, en la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción;

determinar (E150), según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y una potencia de recepción que se requiere por la comunicación de un solo canal, una potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción; y

enviar (E160) un mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, de modo que el extremo transmisor ajusta una potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según el mensaje de ajuste de potencia.

2. El método según la reivindicación 1, en donde el envío de un mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción comprende:

enviar el mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es menor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, en donde el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para aumentar una potencia de transmisión, de modo que el extremo transmisor aumenta la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según la solicitud para aumentar la potencia de transmisión; o

enviar el mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor si la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es mayor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, en donde el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para reducir una potencia de transmisión, de modo que el extremo transmisor reduce la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según la solicitud para reducir una potencia de transmisión.

3. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde la determinación de una potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción comprende:

determinar la potencia de recepción útil  $P_{rx}^i(t)$  del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la siguiente ecuación:

$$P_{rx}^i(t) = P_{total}^i(t) \cdot R_i,$$

en donde  $P_{total}^i(t)$  representa la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción,  $R_i$  representa una proporción de la  $i^{\text{ésima}}$  señal con respecto a una señal de recepción del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, y

$$R_i = \frac{|h_{ii}|^2}{\sum_{j=1}^N |h_{ij}|^2},$$

en donde  $h_{ii}$  y  $h_{ij}$  son elementos correspondientes en la matriz de canal  $\mathbf{H}$ , y

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{N1} & h_{N2} & \dots & h_{NN} \end{bmatrix}.$$

4. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la determinación, según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y una potencia de recepción que se requiere por la comunicación de un solo canal, de una potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción comprende:

5 determinar un número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$  según la matriz de canal  $\mathbf{H}$ ;

determinar un margen de potencia requerido  $P_M$  correspondiente al número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$ ; y

determinar, según la siguiente ecuación, la potencia de recepción  $P_{thr}$  requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción:

$$P_{thr} = P_{SISO} + P_M,$$

10 en donde  $P_{SISO}$  representa la potencia de recepción requerida por la comunicación de un solo canal.

5. Un extremo receptor, que comprende:

un módulo de recepción (610), configurado para recibir, a través de  $N$  canales de recepción,  $N$  señales enviadas por un extremo transmisor, en donde una  $i^{\text{ésima}}$  señal en las  $N$  señales se envía en un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de transmisión en  $N$  canales de transmisión por el extremo transmisor, cada señal en las  $N$  señales comprende una secuencia de estimación de canal,  $N$  es un entero positivo,  $N \geq 2$ , e  $i = 1, 2, \dots, N$ ;

15 un módulo de determinación (620), configurado para determinar una potencia de recepción total de un  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción en los  $N$  canales de recepción, determinar una matriz de canal  $\mathbf{H}$  según la secuencia de estimación de canal recibida, determinar una potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, en donde la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción indica una potencia de recepción, que se ocupa por la  $i^{\text{ésima}}$  señal, en la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, y determinar, según la matriz de canal  $\mathbf{H}$  y una potencia de recepción que se requiere por la comunicación de un solo canal, una potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción; y

20 un módulo de envío (630), configurado para enviar un mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción no concuerda con la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, de modo que el extremo transmisor ajusta una potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según el mensaje de ajuste de potencia.

6. El extremo receptor según la reivindicación 5, en donde el módulo de envío se configura, específicamente, para enviar el mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es menor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, en donde el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para aumentar una potencia de transmisión, de modo que el extremo transmisor aumenta la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según la solicitud para aumentar la potencia de transmisión; o

35 enviar el mensaje de ajuste de potencia al extremo transmisor cuando la potencia de recepción útil del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción es mayor que la potencia de recepción requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, en donde el mensaje de ajuste de potencia lleva una solicitud para reducir una potencia de transmisión, de modo que el extremo transmisor reduce la potencia de transmisión de la  $i^{\text{ésima}}$  señal según la solicitud para reducir una potencia de transmisión.

7. El extremo receptor según cualquiera de las reivindicaciones 5 o 6, en donde el módulo de determinación se

configura, específicamente, para determinar la potencia de recepción útil  $P_{rx}^i(t)$  del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción según la siguiente ecuación:

40 
$$P_{rx}^i(t) = P_{total}^i(t) \cdot R_i,$$

en donde  $P_{total}^i(t)$  representa la potencia de recepción total del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción,  $R_i$  representa una proporción de la  $i^{\text{ésima}}$  señal con respecto a una señal de recepción del  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción, y

$$R_i = \frac{|h_{ii}|^2}{\sum_{j=1}^N |h_{ij}|^2},$$

en donde  $h_{ii}$  y  $h_{ij}$  son elementos correspondientes en la matriz de canal  $\mathbf{H}$ , y

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{N1} & h_{N2} & \dots & h_{NN} \end{bmatrix}.$$

- 5 8. El extremo receptor según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en donde el módulo de determinación se configura, específicamente, para determinar un número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$  según la matriz de canal  $\mathbf{H}$ , determinar un margen de potencia requerido  $P_M$  correspondiente al número de condición  $cond(\mathbf{H})$  de la matriz de canal  $\mathbf{H}$ , y determinar, según la siguiente ecuación, la potencia de recepción  $P_{thr}$  requerida por el  $i^{\text{ésimo}}$  canal de recepción:

$$P_{thr} = P_{SISO} + P_M,$$

- 10 en donde  $P_{SISO}$  representa la potencia de recepción requerida por la comunicación de un solo canal.

100

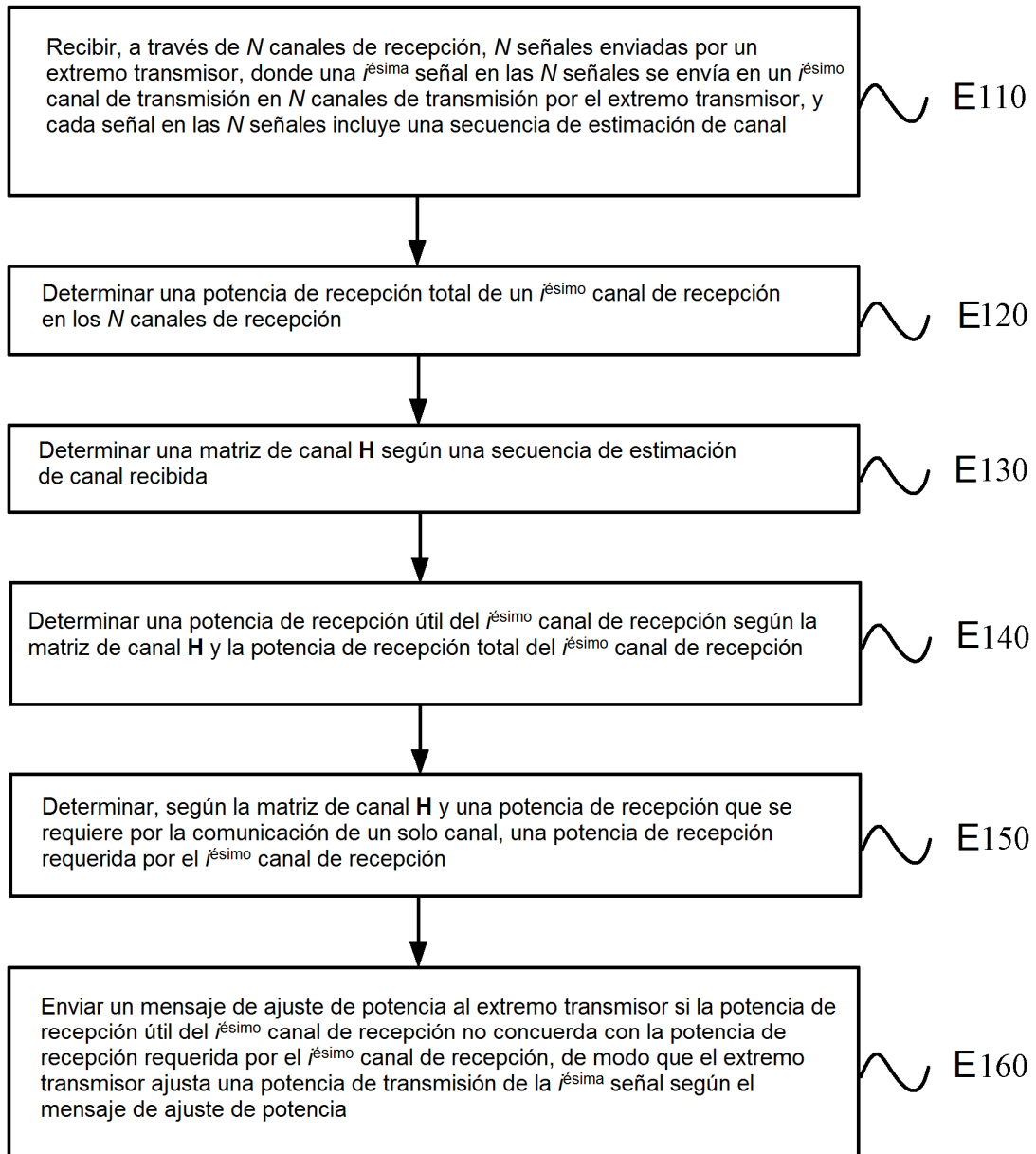


FIG. 1

E160

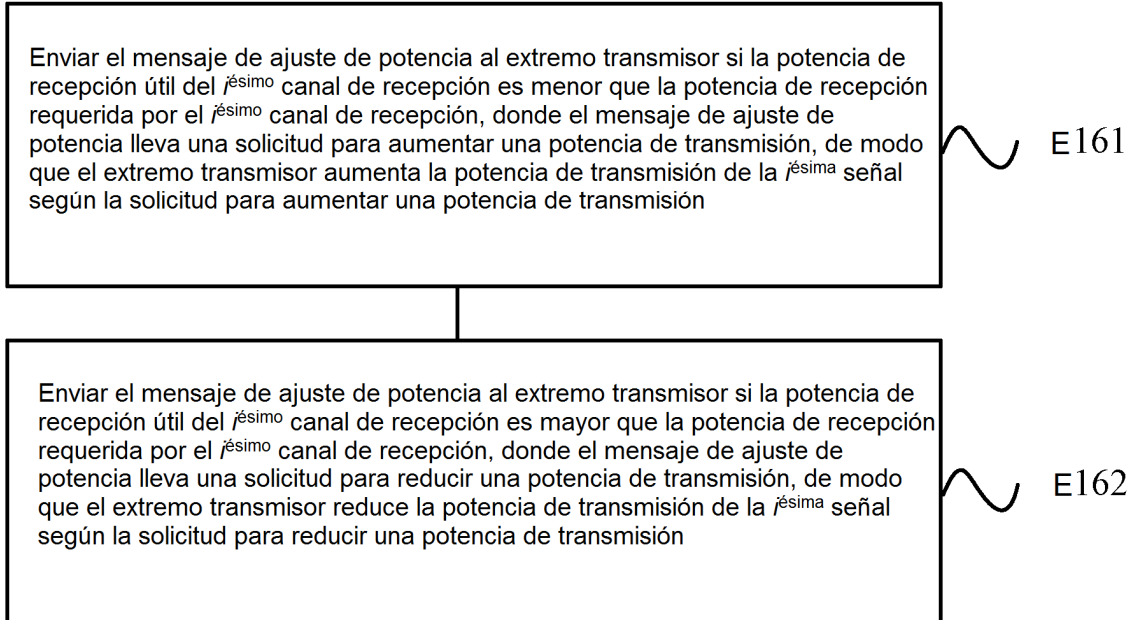


FIG. 2



100

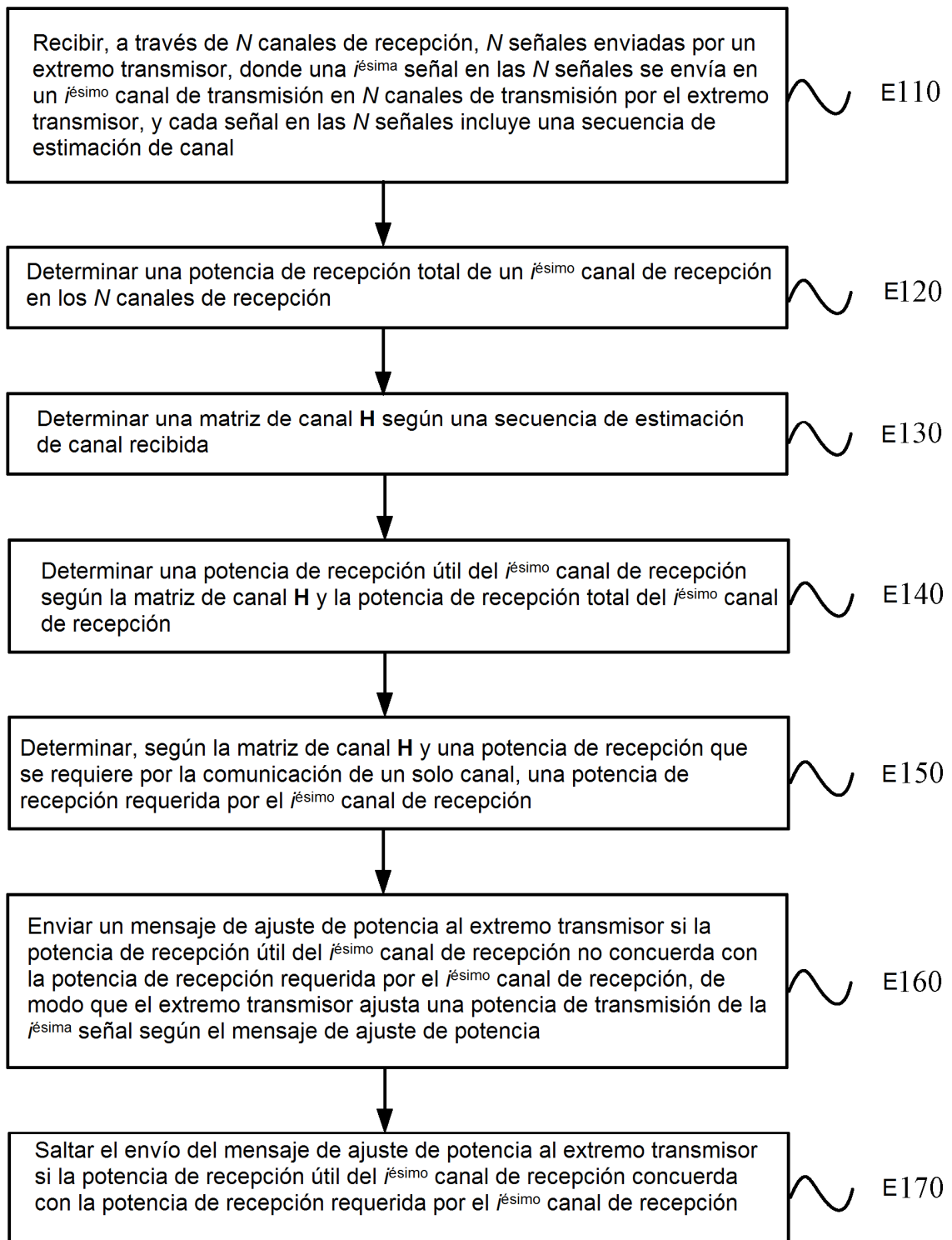


FIG. 3

400

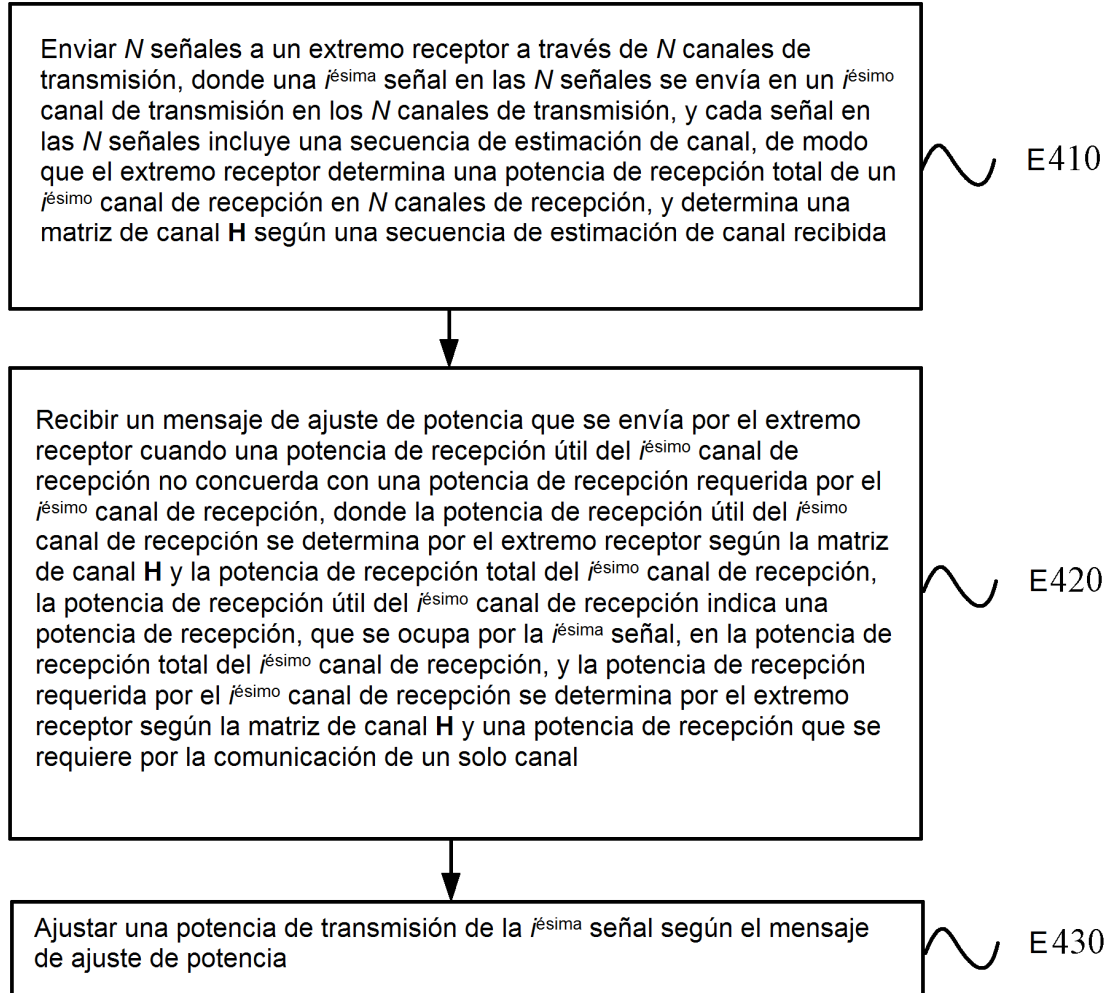


FIG. 4

E430

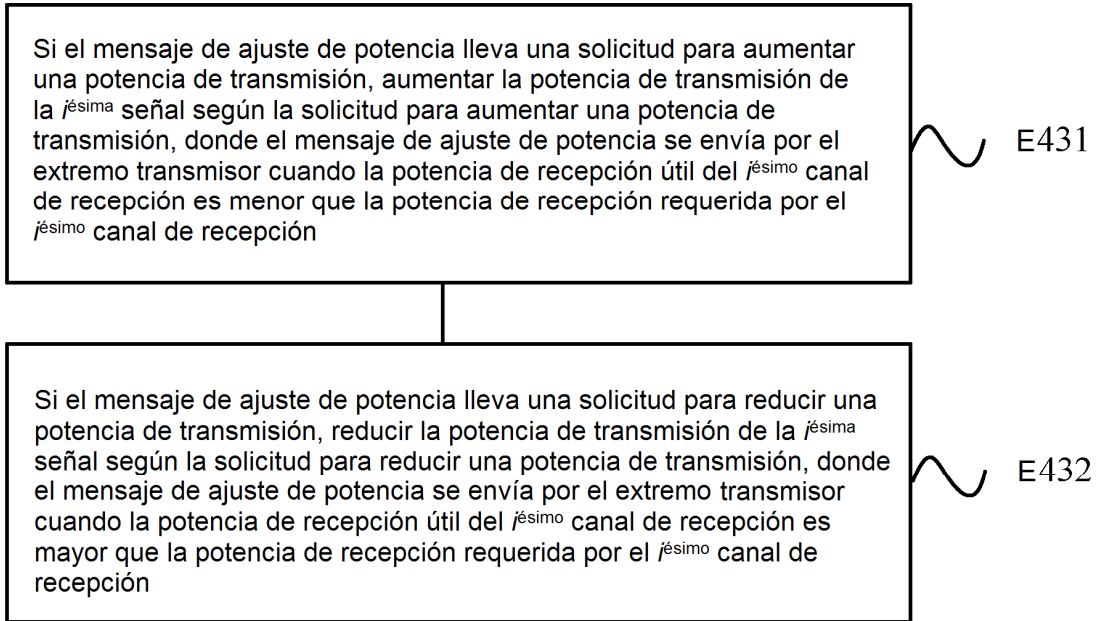


FIG. 5

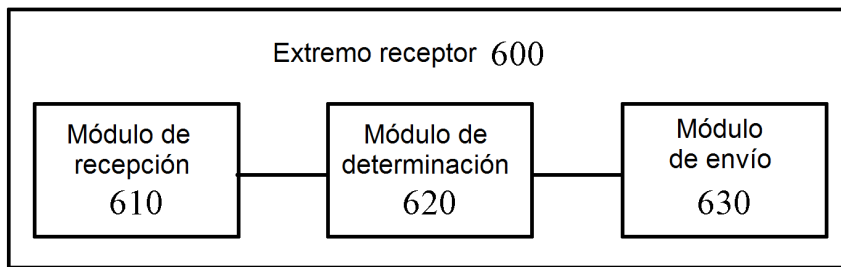


FIG. 6

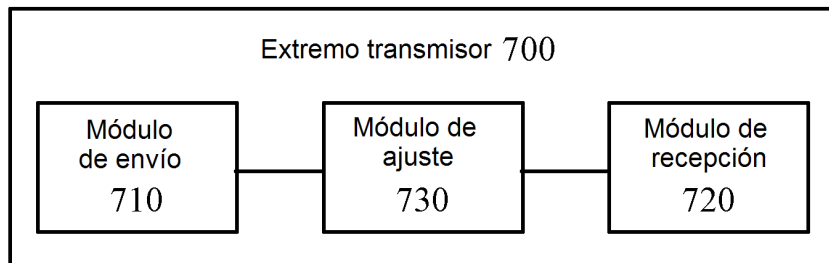


FIG. 7

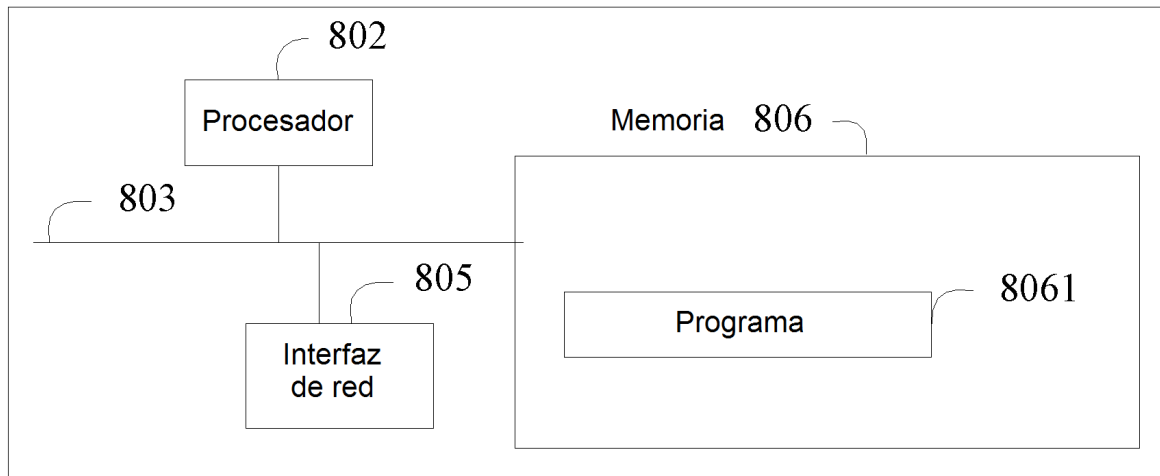


FIG. 8

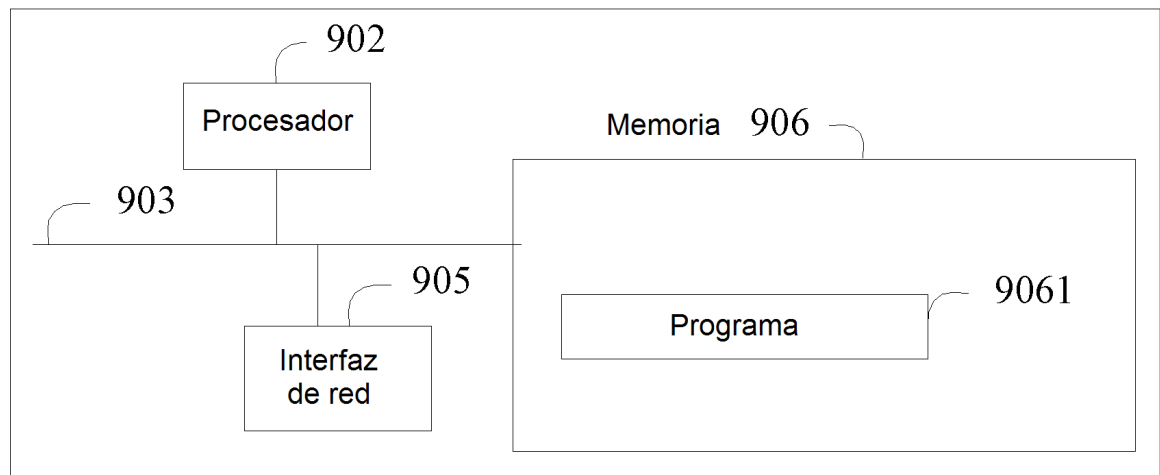


FIG. 9