

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 935**

51 Int. Cl.:

**H04W 52/42** (2009.01)

**H04B 7/0413** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2013 PCT/KR2013/002007**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.09.2013 WO13137638**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2013 E 13760797 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 2849355**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de determinación de potencia de transmisión en sistema de comunicación de múltiples antenas**

30 Prioridad:

**13.03.2012 KR 20120025801**

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

**29.11.2018**

73 Titular/es:

**SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (100.0%)  
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu  
Suwon-si, Gyeonggi-do 443-742, KR**

72 Inventor/es:

**LEE, BYUNG MOO;  
BANG, JONG HO;  
CHOI, JIN HYEOCK y  
KANG, BYUNG CHANG**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 691 935 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

Procedimiento y dispositivo de determinación de potencia de transmisión en sistema de comunicación de múltiples antenas

### Campo técnico

- 5 Ejemplos de realizaciones se refieren a un procedimiento de determinación de potencia de transmisión y dispositivo y, más particularmente, a un procedimiento de determinación de potencia de transmisión y dispositivo que pueden optimizar una eficiencia energética en vista de una capacidad de transmisión en un sistema de comunicación de múltiples antenas.

### Antecedentes de la técnica

- 10 Un sistema de comunicación convencional puede diseñarse para maximizar una capacidad de transmisión y usar una potencia máxima de un amplificador de potencia (PA) para transmitir una señal de acuerdo con el diseño. Por ejemplo, la publicación de Patente de Corea N.º 2010-0064318 desvela un aparato de transmisión es un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) que puede controlar la potencia eléctrica asignada a cada dato de usuario para que sea similar a base de rendimientos de error de todos los usuarios y mejorar un rendimiento de error promedio del sistema.

15 Para otro ejemplo, la publicación de Patente de Corea N.º 2009-0039827 desvela un procedimiento y un aparato para selección de modo en un sistema MIMO que puede generar una tabla de selección de modo usando diversos elementos de datos incluidos en una señal recibida en un sistema de múltiples antenas y mantener una alta capacidad de canal mediante la selección de un modo de transmisión.

- 20 Sin embargo, en transmisión de datos, se ha enfatizado una importancia de eficiencia de potencia además de una capacidad debido a un aumento drástico en datos. Por consiguiente, existe una necesidad para un procedimiento de determinación de una potencia de transmisión de un dispositivo de transmisión para optimizar la eficiencia de potencia.

- 25 El documento el documento WO 00/59121 A desvela la determinación de una potencia de transmisión de un transmisor que comprende antenas a un número de receptores y propone supervisar una capacidad de batería y compensar una salida de potencia RP del transmisor en consecuencia para aumentar el tiempo de uso de batería.

### Divulgación de la invención

#### Soluciones técnicas

- 30 De acuerdo con ejemplos de realizaciones, se proporciona un procedimiento de determinación de una potencia de transmisión, incluyendo el procedimiento calcular un consumo de potencia de un transmisor, calcular una capacidad del transmisor y determinar la potencia de transmisión de maximización de una eficiencia energética del transmisor.

De acuerdo con ejemplos de realizaciones, se proporciona un procedimiento de determinación de una potencia de transmisión, incluyendo el procedimiento extraer al menos uno de los parámetros de un transmisor que incluye antenas y un receptor y determinar una potencia de transmisión óptima del transmisor usando el parámetro.

- 35 De acuerdo con ejemplos de realizaciones, se proporciona un dispositivo de determinación de una potencia de transmisión, incluyendo el dispositivo un calculador de consumo de potencia para calcular un consumo de potencia de un transmisor, un calculador de capacidad para calcular una capacidad del transmisor y un determinador de potencia de transmisión para determinar la potencia de transmisión de maximización de una eficiencia energética del transmisor a base del consumo de potencia calculado y la capacidad calculada.

- 40 De acuerdo con ejemplos de realizaciones, se proporciona un dispositivo de determinación de una potencia de transmisión, incluyendo el dispositivo un extractor de parámetros para extraer al menos uno de los parámetros de un transmisor que incluye antenas y de un receptor, y un determinador de potencia de transmisión para determinar una potencia de transmisión óptima del transmisor usando el parámetro.

#### Efectos de invención

- 45 De acuerdo con ejemplos de realizaciones, una potencia de transmisión de un transmisor que puede optimizar una eficiencia energética puede determinarse en vista de una capacidad de canal en un sistema de comunicación de múltiples antenas.

De acuerdo con ejemplos de realizaciones, una potencia de transmisión de un transmisor que puede optimizar una eficiencia energética puede determinarse usando diversos parámetros asociados con el transmisor y un receptor.

50

**Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 ilustra un diagrama esquemático general de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

La Figura 2 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una operación de un dispositivo de determinación de potencia de transmisión de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

5 La Figura 3 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una configuración de un transmisor de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

La Figura 4 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un dispositivo de determinación de potencia de transmisión de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

10 La Figura 5 es un diagrama que ilustra otro ejemplo de un dispositivo de determinación de potencia de transmisión de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un procedimiento de determinación de potencia de transmisión de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra otro ejemplo de un procedimiento de determinación de potencia de transmisión de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

15 La Figura 8 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un cambio en un consumo de potencia dependiendo de un aumento en un número de antenas de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

La Figura 9 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un proceso de determinación de una potencia de transmisión óptima de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

20 La Figura 10 es un diagrama que ilustra un ejemplo de " $P_{tx}^{opt}$ " obtenido usando precodificación de forzado a cero (ZF) y precodificación de filtrado adaptado (MF) de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

La Figura 11 es un diagrama que ilustra un ejemplo de determinación de una potencia de transmisión óptima a base de un número de receptores de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

La Figura 12 es un diagrama que ilustra un ejemplo de eficiencia energética a base de un número de antenas de un transmisor de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

25 La Figura 13 es un diagrama que ilustra un ejemplo de eficiencia energética a base de un número de receptores de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

La Figura 14 es un diagrama que ilustra ejemplos de una capacidad de un transmisor a base de un número de antenas del transmisor y un número de receptores de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

**Mejor modo de efectuar la invención**

30 Se hará ahora referencia en detalle a ejemplos de realizaciones, cuyos ejemplos se ilustran en los dibujos adjuntos, en las que números de referencia similares hacen referencia a elementos similares a lo largo de todo el documento. Se describen a continuación ejemplos de realizaciones para explicar realizaciones de ejemplo haciendo referencia a las figuras.

La Figura 1 ilustra un diagrama esquemático general de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

35 Haciendo referencia a la Figura 1, un transmisor 101 transmite datos a N receptores, por ejemplo, 102 a 105.

40 De acuerdo con una realización, el transmisor 101 transmite los datos a base de una potencia de transmisión que puede maximizar la eficiencia energética mientras minimiza una reducción en una capacidad de canal asociada con los receptores 102 a 105. Un procedimiento propuesto en el presente documento puede ser adecuado para un sistema de próxima generación que requiere reducción de energía porque la potencia de transmisión se determina a base de la eficiencia energética además de la capacidad de canal.

La Figura 2 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una operación de un dispositivo 205 de determinación de potencia de transmisión de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

45 Haciendo referencia a la Figura 2, un transmisor 201 incluye una pluralidad de antenas. El transmisor 201 transmite datos a cada receptor, por ejemplo, 202 a 204, a través de las antenas. En la Figura 2, cada uno de los receptores 202 a 204 incluye una única antena, pero no se limita a la misma. Un número de las antenas del transmisor 201 puede ser mayor que un número de antenas en cada uno de los receptores 202 a 204.

50 El dispositivo 205 de determinación de potencia de transmisión determina una potencia de transmisión requerida para que el transmisor 201 transmita los datos a los receptores 202 a 204. El dispositivo 205 de determinación de potencia de transmisión puede disponerse independientemente del transmisor 201 o disponerse en el transmisor 201. Como se describe en lo anterior, el dispositivo 205 de determinación de potencia de transmisión puede usarse para un sistema de comunicación de próxima generación que requiere reducción de energía mediante la determinación de una potencia de transmisión a base de eficiencia energética además de una capacidad de canal entre el transmisor 201 y los receptores 202 a 204.

55 La Figura 3 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una configuración de un transmisor 301 de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

Se describirá adicionalmente con referencia a la Figura 3 un procedimiento de determinación de una potencia de

transmisión del transmisor 301, que se realiza mediante un dispositivo 302 de determinación de potencia de transmisión.

Haciendo referencia a la Figura 3, en un sistema de comunicación de múltiples antenas, el transmisor 301 incluye "N<sub>t</sub>" antenas y están presentes K receptores. En el presente documento, un receptor incluye una antena. En un ejemplo, el transmisor 301 puede corresponder a una banda base y el receptor puede corresponder a un terminal de usuario.

Puede determinarse una señal recibida "y" a recibir mediante el receptor desde el transmisor 301 como se expresa en la Ecuación 1.

[Ecuación 1]

$$y = \sqrt{P_{tx}} Hs + n$$

En la Ecuación 1, "y" indica un vector de señal recibida que indica "K×1." "P<sub>tx</sub>" indica una potencia de transmisión total y "H" indica una matriz de canal de Rayleigh que indica "N<sub>t</sub>×K." "s" indica un vector de señal de transmisión que indica "N<sub>t</sub>×1" y "n" indica un ruido, por ejemplo, vector de ruido gaussiano blanco aditivo (AWGN) que indica "K×1."

En el sistema de comunicación de múltiples antenas que incluye una pluralidad de receptores, el transmisor 301 puede realizar precodificación a través de una unidad de precodificación 304 para reducir interferencia entre los receptores. La precodificación se puede clasificar en codificación lineal y codificación no lineal. En general, la precodificación no lineal puede exhibir un alto grado de complejidad a pesar de rendimientos más deseables que la precodificación lineal.

En lo sucesivo se describirá un ejemplo en el que se adopta la precodificación lineal en la presunción de que N<sub>t</sub> que indica el número de las antenas del transmisor 301 es alto. En detalle, el sistema de comunicación de múltiples antenas, por ejemplo, un sistema de comunicación de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) en el que N<sub>t</sub> es significativamente alto, puede no obtener un rendimiento óptimo únicamente usando la precodificación lineal.

Haciendo referencia a la Tabla 1 a continuación, la precodificación lineal se clasifica en precodificación de filtrado adaptado (MF), precodificación de forzado a cero (ZF) y precodificación de forzado a cero regularizada (RZF), entre las que se usan precodificación MF y la precodificación ZF.

[Tabla 1]

	MF	ZF	RZF
F	$N_t^{-1} H^H$	$H^H (HH^H)^{-1}$	$H^H (HH^H + \nu I_K)^{-1}$

Cuando el transmisor 301 realiza la precodificación, el vector de señal de transmisión "s" puede expresarse como la Ecuación 2.

[Ecuación 2]

$$s = \zeta Fx$$

Por lo tanto, el vector de señal recibida "y" puede modificarse a la Ecuación 3.

[Ecuación 3]

$$y = \sqrt{P_{tx}} H \zeta Fx + n$$

En la Ecuación 3, "ζ" indica un factor regularizado de una potencia de transmisión y "F" indica una matriz de precodificación de "N<sub>t</sub>×K."

En el presente documento, se requiere que se cumpla  $\|\zeta Fx\|^2 = 1$  y por lo tanto, ζ puede expresarse como la Ecuación 4.

[Ecuación 4]

$$\zeta \approx \sqrt{\frac{N_t}{K}}$$

Por lo tanto, una señal recibida de un k-ésimo receptor entre la pluralidad de los receptores puede expresarse como la Ecuación 5.

[Ecuación 5]

$$y_k = \sqrt{\frac{P_{tx} N_t}{K}} h_k f_k + n_k + \sqrt{\frac{P_{tx} N_t}{K}} \sum_{l \neq k} h_k f_l$$

5 En la Ecuación 5, "h<sub>i</sub>," "f<sub>i</sub>," "f<sub>k</sub>," y "n<sub>k</sub>" indican un vector de canal de un i-ésimo receptor, un vector de precodificación de un 1-ésimo receptor, un vector de precodificación del k-ésimo receptor y ruido del k-ésimo receptor, respectivamente.

En el presente documento, una relación señal a interferencia más ruido (SINR) efectiva de un receptor puede expresarse como la Ecuación 6.

[Ecuación 6]

$$\gamma_k = \frac{\frac{P_{tx} N_t}{K} |h_k f_k|^2}{\frac{P_{tx} N_t}{K} |\sum_{l \neq k} h_k f_l|^2 + N_0 B}$$

10 En la Ecuación 6, "γ<sub>k</sub>" indica la SINR efectiva y "N<sub>0</sub>B" indica una potencia de ruido cuando un ancho de banda es "B." Como se describe en lo anterior, cuando N<sub>t</sub> es significativamente alto, puede obtenerse la Ecuación 7.

[Ecuación 7]

$$\mathbf{H}\mathbf{H}^H \rightarrow N_t \mathbf{I}_K$$

Cuando se aplica la precodificación MF al transmisor 301, la SINR efectiva puede expresarse como la Ecuación 8.

[Ecuación 8]

$$\frac{\frac{P_{tx}}{N_t K} |h_k h_k^H|^2}{\frac{P_{tx}}{N_t K} |\sum_{l \neq k} h_k h_l^H|^2 + N_0 B} \rightarrow \frac{N_t P_{tx}}{K}$$

15 Puede requerirse que se obtenga la eficiencia energética (EE) del transmisor 301. La eficiencia energética puede definirse a base de una potencia de suma como se expresa en la Ecuación 9.

La potencia de suma se define en el presente documento como un modelo manejable.

[Ecuación 9]

$$P_{sum} = P_{PA} + P_{Cirr}$$

20 En la Ecuación 9, "P<sub>PA</sub>" indica un consumo de potencia de un amplificador 306 de potencia incluido en el transmisor 301 y "P<sub>cir</sub>" indica un consumo de potencia de un resto en un circuito del que se excluye el amplificador 306 de potencia.

En el presente documento, una relación entre la potencia de transmisión total "P<sub>tx</sub>" y P<sub>PA</sub> puede expresarse como la Ecuación 10.

[Ecuación 10]

$$P_{tx} = \eta P_{PA}$$

25 En la Ecuación 10, "η" indica una eficiencia del amplificador 306 de potencia. Por ejemplo, cuando "retroceso de 11 decibelios (dB)" y "78,5 % de eficiencia de amplificador de potencia (PA) de clase B" a base de una relación de potencia de cresta a potencia media de Multiplexación por División Ortogonal de Frecuencia (OFDM) (PAPR) se reflejan como se ilustra en las Figuras 8 a 14, η puede ser 22 %.

En el presente documento, P<sub>cir</sub> puede expresarse como la Ecuación 11.

[Ecuación 11]

$$P_{Cir} = P_{BB} + N_t P_{RF_{front}}$$

En la Ecuación 11, "P<sub>BB</sub>" y "P<sub>RF<sub>front</sub></sub>" indican un consumo de potencia de una unidad 303 de procesamiento de banda base y un consumo de potencia de un extremo frontal de radiofrecuencia (RF), respectivamente. El extremo frontal de RF puede incluir un convertidor de digital a analógico(DAC), un mezclador y un filtro de transmisión (filtro de Tx). Como un ejemplo, en las Figuras 8 a 14, P<sub>RF<sub>front</sub></sub> se proporciona como 97,5 milivatios (mW).

5

Una capacidad de canal puede obtenerse primero para obtener la eficiencia energética del transmisor 301. En el presente documento, en vista de la Ecuación 6, la capacidad de canal en una célula de unidad puede expresarse como la Ecuación 12.

[Ecuación 12]

$$C = \alpha B \cdot \sum_{k=1}^K \left[ \log_2 \left( 1 + \frac{\frac{P_{tx} N_t}{K} |h_k f_k|^2}{\frac{P_{tx} N_t}{K} \sum_{l \neq k} |h_l f_l|^2 + N_0 B} \right) \right]$$

10 En la Ecuación 12, "C" indica la capacidad de canal y "α" indica un factor de cambio de escala a base de un intervalo de guarda de OFDM.

Como se describe en lo anterior, el número de las antenas del transmisor 301 se proporciona para ser mayor que un número de antenas de un receptor. Por consiguiente, la Ecuación 12 puede simplificarse como la Ecuación 13.

[Ecuación 13]

$$C_{aprox} \approx \alpha B K \cdot \left[ \log_2 \left( 1 + \frac{P_{tx} N_t}{I + N_0 B} \right) \right]$$

15 En la Ecuación 13, "I" indica interferencia. La interferencia puede eliminarse a través de precodificación. Cuando se aplica la precodificación ZF, la interferencia puede ignorarse de la Ecuación 13. Por lo tanto, la Ecuación 13 puede expresarse como la Ecuación 14.

[Ecuación 14]

$$C_{ZF} \approx \alpha B K \cdot \left[ \log_2 \left( 1 + \frac{P_{tx} N_t}{K} \right) \right]$$

20 Cuando se usan la capacidad de canal obtenida y el consumo de potencia, la eficiencia energética puede obtenerse como se expresa en la Ecuación 15.

[Ecuación 15]

$$EE = C/P_{sum}$$

Por lo tanto, una potencia de transmisión óptima para el transmisor 301 puede obtenerse a base de la Ecuación 16.

[Ecuación 16]

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial P_{tx}} EE &\approx \frac{C_{aprox}}{\frac{1}{\eta} P_{tx} + P_{Cir}} \\ &= \frac{B K N_t \left( \frac{1}{\eta} P_{tx} + P_{Cir} \right)}{K (N_0 B + I) \left( 1 + \frac{N_t P_{tx}}{K (N_0 B + I)} \right)} \\ &\quad - \frac{1}{\eta} B K \cdot \log \left( 1 + \frac{N_t P_{tx}}{K (N_0 B + I)} \right) \\ &= 0 \end{aligned}$$

En la Ecuación 16, "P<sub>tx</sub><sup>opt</sup>" indica la potencia de transmisión óptica para el transmisor 301. Cuando la interferencia "I"

se proporciona como una constante,  $P_{tx}^{opt}$  puede expresarse como la Ecuación 17.

[Ecuación 17]

$$P_{tx}^{opt} \approx \frac{KN_0B}{N_t} (-1 + \exp(1 + W(\Gamma)))$$

En la Ecuación 17, "W" indica una función W de Lambert y "Γ" puede expresarse como la Ecuación 18.

[Ecuación 18]

$$\Gamma = W(\Gamma) \exp(W(\Gamma))$$

5 "Γ" puede expresarse en detalle como la Ecuación 20.

[Ecuación 19]

$$\Gamma = \frac{-\frac{1}{\eta}KI - \frac{1}{\eta}(I + N_0B) + N_t P_{Cir}}{\frac{1}{\eta}K(I + N_0B) \exp(1)}$$

De acuerdo con una realización, cuando se aplica la precodificación ZF, la interferencia I puede expresarse como "0." Sin embargo, cuando se aplica la precodificación MF, la interferencia I puede no expresarse como "0" porque I es una función de  $P_{tx}$  y por lo tanto, se expresa como ",  $I \sim m/P_{tx}$ "

10 Cuando se aplica la precodificación MF,  $P_{tx}^{opt}$  puede obtenerse a base de la Ecuación

[Ecuación 20]

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial P_{tx}} EE &\approx \frac{C_{aproxMF}}{\frac{1}{\eta}P_{tx} + P_{Cir}} \\ &= \frac{BK \left( -\frac{N_t \frac{1}{m} P_{tx}}{K(N_0B + \frac{1}{m} P_{tx})^2} + \frac{N_t}{K(N_0B + \frac{1}{m} P_{tx})} \right)}{\left( 1 + \frac{N_t P_{tx}}{K(N_0B + \frac{1}{m} P_{tx})} \right)} \\ &\quad - \frac{\frac{1}{\eta}BK \cdot \left( \log \left( 1 + \frac{N_t P_{tx}}{K(N_0B + I)} \right) \right)}{\left( \frac{1}{\eta}P_{tx} + P_{Cir} \right)} = 0 \end{aligned}$$

Como se expresa en la Ecuación 16 o la Ecuación 20,  $P_{tx}^{opt}$  puede obtenerse usando diversos parámetros asociados con el transmisor 301 y los receptores. En detalle,  $P_{tx}^{opt}$  puede obtenerse usando los parámetros que incluyen, por ejemplo, el número "N<sub>t</sub>" de las antenas del transmisor 301, el número "K" de los receptores o el número "K" de antenas de los receptores, el ancho de banda "B", la eficiencia "η" del amplificador 306 de potencia, la potencia de ruido "N<sub>0</sub>," la interferencia "I," el consumo de potencia "P<sub>BB</sub>" asociado con la unidad 303 de procesamiento de banda base y el consumo de potencia "P<sub>PA</sub>" asociado con el amplificador 306 de potencia.

Tales parámetros pueden aplicarse a una potencia de transmisión a radiar a través del amplificador 306 de potencia y por lo tanto, la potencia de transmisión puede optimizarse. Los parámetros descritos en lo anterior pueden variar dependiendo de una situación del sistema de comunicación. Por ejemplo, N<sub>t</sub> puede cambiarse periódicamente a base de un procedimiento de selección de antena. Además, K puede variar porque K es una función aleatoria. Además, cuando se aplican tecnología de agregación de portadora y tecnología de radio de cognitiva, el ancho de banda B también puede cambiarse periódicamente. Por consiguiente,  $P_{tx}^{opt}$  puede variar dependiendo de tales parámetros variables.

25 Cuando el transmisor 301 es una estación base, los parámetros anteriores pueden realimentarse periódicamente desde los receptores. El dispositivo 302 de determinación de potencia de transmisión puede almacenar, en forma de una tabla de consulta, una potencia de transmisión que corresponde a un parámetro. El dispositivo 302 de determinación de potencia de transmisión puede a continuación extraer una potencia de transmisión que corresponde a un parámetro de entrada y transmite la potencia de transmisión extraída al transmisor 301.

30 La Figura 4 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un dispositivo 401 de determinación de potencia de

transmisión de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

5 Haciendo referencia a la Figura 4, el dispositivo 401 de determinación de potencia de transmisión incluye un calculador 402 de consumo de potencia, un calculador 403 de capacidad y un determinador 404 de potencia de transmisión. El dispositivo 401 de determinación de potencia de transmisión puede realizar un procedimiento de determinación de potencia de transmisión a describir con referencia a la Figura 6.

10 Haciendo referencia a la Figura 6, en la operación 601, el calculador 402 de consumo de potencia calcula un consumo de potencia de un transmisor. En un ejemplo, el calculador 402 de consumo de potencia puede calcular un consumo de potencia a usar por un amplificador de potencia y un circuito interno del transmisor. En un ejemplo de este tipo, el consumo de potencia usado para el circuito interno del transmisor puede extraerse a base de un consumo de potencia de un extremo frontal de RF del transmisor.

15 En la operación 602, el calculador 403 de capacidad calcula una capacidad del transmisor. La capacidad del transmisor puede referirse a una capacidad de canal de un canal a generar entre el transmisor y un receptor. En un ejemplo, el calculador 403 de capacidad puede calcular la capacidad del transmisor usando una SINR del receptor que corresponde al transmisor. En el presente documento, la SINR puede determinarse a base de al menos uno de una potencia de transmisión total del transmisor, un número de antenas del transmisor, un vector de canal que corresponde al receptor, un ancho de banda y una potencia de ruido y un vector de precodificación que corresponde al receptor.

20 En la operación 603, el determinador 404 de potencia de transmisión determina una potencia de transmisión para maximizar la eficiencia energética del transmisor a base del consumo de potencia calculado y la capacidad calculada. Para una descripción detallada de operaciones no descritas con respecto a las Figuras 4 y 6, puede hacerse referencia a la descripción de la Figura 3

La Figura 5 es un diagrama que ilustra otro ejemplo de un dispositivo de determinación de potencia de transmisión 501 de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

25 Haciendo referencia a la Figura 5, el dispositivo de determinación de potencia de transmisión 501 incluye un extractor de parámetros 502 y un determinador de potencia de transmisión 503. El dispositivo de determinación de potencia de transmisión 501 puede realizar un procedimiento de determinación de potencia de transmisión a describir con referencia a la Figura 7.

30 Haciendo referencia a la Figura 7, en la operación 701, el extractor de parámetros 502 extrae al menos un parámetro de los parámetros de un transmisor que incluye una pluralidad de antenas y un receptor. Los parámetros del transmisor y el receptor pueden realimentarse y actualizarse periódicamente.

35 En la operación 702, el determinador de potencia de transmisión 503 determina una potencia de transmisión óptima del transmisor usando el parámetro extraído. En un ejemplo, el determinador de potencia de transmisión 503 puede determinar la potencia de transmisión usando, por ejemplo, un número de las antenas del transmisor, un consumo de potencia del transmisor, un consumo de potencia de un extremo frontal de RF del transmisor, un número de antenas del receptor que comunican con el transmisor, un número de receptores presentes dentro de un área de cobertura de célula del transmisor, un ancho de banda asociado con una señal a transmitir desde el transmisor, una eficiencia de un amplificador de potencia del transmisor, una interferencia asociada con el transmisor y una potencia de ruido. En otro ejemplo, el determinador de potencia de transmisión 503 puede extraer, de una tabla de consulta, una potencia de transmisión que corresponde al al menos un parámetro entre los parámetros del transmisor y el receptor.

La Figura 8 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un cambio en un consumo de potencia a base de un aumento en un número de antenas de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

45 Cuando  $P_{BB}$  satisface 50 gigaflops por vatio (Gflop/W) en la Ecuación 11,  $P_{BB}$  obtenida a base del número "Nt" de las antenas del transmisor puede indicarse como en la Figura 8. Haciendo referencia a la Figura 8, cuando el número "Nt" de las antenas del transmisor aumenta,  $P_{BB}$  puede aumentar proporcionalmente.

Las Figuras 9 a 14 ilustran resultados obtenidos usando un sistema MIMO de 2\*2 de precodificación ZF usando un amplificador de potencia que indica 50 Gflop/W y 22 % de eficiencia. En las Figuras 9 a 14, las líneas indican resultados de simulación y "+" indican un resultado de un análisis matemático.

50 La Figura 9 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un proceso de determinación de una potencia de transmisión óptima de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

55 Haciendo referencia a la Figura 9, en un caso de idéntica K, una eficiencia energética obtenida cuando se aplica precodificación ZF es relativamente mayor que una eficiencia energética obtenida cuando se aplica precodificación MF. También, en un caso de precodificación idéntica, una eficiencia energética es mayor cuando K aumenta. En la Figura 9, una potencia de transmisión que corresponde a un punto de inflexión en un gráfico que indica las eficiencias de energía indica la potencia de transmisión óptima. Como se ilustra en la Figura 9, cuando un máximo

de potencia de transmisión es 40 vatios (W), se determina que la potencia de transmisión óptima es significativamente menor que la potencia de transmisión máxima.

La Figura 10 es un diagrama que ilustra un ejemplo de " $P_{tx}^{opt}$ " obtenida usando precodificación ZF y precodificación MF de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

- 5 La Figura 10 ilustra un ejemplo en el que se determina una potencia de transmisión óptima actual cuando una potencia de transmisión máxima de un transmisor es 40 W. Haciendo referencia a la Figura 10, cuando se aplica la precodificación ZF, la potencia de transmisión óptima puede determinarse que sea aproximadamente 5 W aunque un número de antenas del transmisor se aumenta prácticamente a 1.000. Sin embargo, cuando se aplica la precodificación MF, la potencia de transmisión óptima puede determinarse que sea aproximadamente 2,2 W.  
10 Brevemente, la potencia de transmisión óptima del transmisor puede determinarse que sea significativamente menor que la potencia de transmisión máxima y por lo tanto, puede aumentar una eficiencia energética.

La Figura 11 es un diagrama que ilustra un ejemplo de determinación de una potencia de transmisión óptima a base de un número "K" de receptores de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

- 15 La Figura 11 ilustra una relación entre el número "K" de los receptores y la potencia de transmisión óptima cuando un número de antenas de un transmisor es 500. Haciendo referencia a la Figura 11, cuando el número "K" de los receptores aumenta, la potencia de transmisión óptima aumenta. Sin embargo, como se ilustra en la Figura 11, la potencia de transmisión óptima del transmisor puede determinarse que sea significativamente menor que una potencia de transmisión máxima de 40 W.

- 20 La Figura 12 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una eficiencia energética a base de un número de antenas de un transmisor de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

- La Figura 12 ilustra un resultado de comparación de eficiencias de energía a base del número de las antenas del transmisor cuando un número "K" de receptores es fijo. Haciendo referencia a la Figura 12, una eficiencia energética obtenida cuando se aplica precodificación ZF es mayor que una eficiencia energética obtenida cuando se aplica precodificación MF. También, en un caso de precodificación idéntica, una eficiencia energética para una potencia de transmisión óptica disminuye cuando el número de las antenas del transmisor aumenta.  
25

La Figura 13 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una eficiencia energética a base de un número de receptores de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

- 30 La Figura 13 ilustra un resultado de comparación de eficiencias de energía a base del número de los receptores cuando un número "Nt" de antenas de un transmisor es fijo. Haciendo referencia a la Figura 13, una eficiencia energética obtenida cuando se aplica precodificación ZF es mayor que una eficiencia energética obtenida cuando se aplica precodificación MF. También, en un caso de precodificación idéntica, una eficiencia energética para una potencia de transmisión óptima disminuye cuando el número de los receptores aumenta.

La Figura 14 es un diagrama que ilustra ejemplos de capacidades de un transmisor a base de un número de antenas del transmisor y un número de receptores de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

- 35 La Figura 14 ilustra un resultado de comparación de capacidades del transmisor a base del número de las antenas del transmisor y el número de los receptores. Haciendo referencia a la Figura 14, en un caso en el que el número de los receptores es fijo, una capacidad del transmisor aumenta cuando el número de las antenas del transmisor aumenta. En el presente documento, una capacidad del transmisor cuando se aplica una potencia de transmisión óptima puede ser menor que una capacidad del transmisor cuando se aplica una potencia de transmisión máxima.  
40 Sin embargo, como se ilustra en las Figuras 12 y 13, aplicar la potencia de transmisión óptima puede ser más efectivo que aplicar la potencia de transmisión máxima a base de un aumento in la eficiencia energética y un descenso en la capacidad del transmisor obtenida cuando se aplica la potencia de transmisión óptima.

- 45 Ejemplos de realizaciones incluyen medios legibles por ordenador no transitorios que incluyen instrucciones de programa para implementar diversas operaciones incorporadas mediante un ordenador. Los medios también pueden incluir, solo o en combinación con las instrucciones de programa, ficheros de datos, estructuras de datos, tablas y similares. Los medios y instrucciones de programa pueden ser los diseñados especialmente y contruidos para los fines de ejemplos de realizaciones, o pueden ser de la clase bien conocida y disponible a expertos en la materia de software informático. Ejemplos de medios legibles por ordenador no transitorios incluyen medios magnéticos tales como discos duros, discos flexibles y cinta magnética; medios ópticos tal como discos de CD ROM; medios magneto-ópticos tales como discos flópticos; y dispositivos de hardware que se configuran especialmente para almacenar y realizar instrucciones de programa, tales como dispositivos de memoria de solo lectura (ROM) y memoria de acceso aleatorio (RAM). Ejemplos de instrucciones de programa incluyen tanto código de máquina, tal como producido mediante un compilador, como ficheros que contienen código de nivel superior que pueden ejecutarse mediante el ordenador usando un intérprete. Los dispositivos de hardware descritos pueden configurarse  
50 para actuar como uno o más módulos de software para realizar las operaciones de los ejemplos de realizaciones anteriormente descritos o viceversa.  
55

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de determinación de una potencia de transmisión, comprendiendo el procedimiento:  
5 extraer al menos uno de los parámetros de un transmisor que comprende antenas y un receptor; y determinar una potencia de transmisión del transmisor usando el parámetro extraído, en el que la determinación de la potencia de transmisión usa una potencia de transmisión total y una capacidad de canal aproximada.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la determinación de la potencia de transmisión se realiza usando un consumo de potencia de un extremo frontal de radiofrecuencia (RF) del transmisor.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la determinación de la potencia de transmisión se realiza usando un número de receptores que pertenecen a una cobertura de célula del transmisor.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la determinación de la potencia de transmisión se realiza usando un ancho de banda asociado con una señal transmitida desde el transmisor.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la determinación de la potencia de transmisión se realiza usando una eficiencia de un amplificador de potencia del transmisor.
- 15 6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la determinación de la potencia de transmisión se realiza usando una interferencia asociada con el transmisor.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la determinación de la potencia de transmisión se realiza usando una potencia de ruido en un ancho de banda asociado con una señal transmitida desde el transmisor.
- 20 8. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el transmisor realiza precodificación de filtrado adaptado (MF) para reducir la interferencia entre los receptores.
9. Un dispositivo de determinación de una potencia de transmisión, comprendiendo el dispositivo:  
25 un extractor de parámetros configurado para extraer al menos uno de los parámetros de un transmisor que comprende antenas y un receptor;  
un determinador de potencia de transmisión configurado para determinar una potencia de transmisión del transmisor usando el parámetro,  
en el que el determinador de potencia de transmisión usa una potencia de transmisión total y una capacidad de canal aproximada.

**FIG. 1**

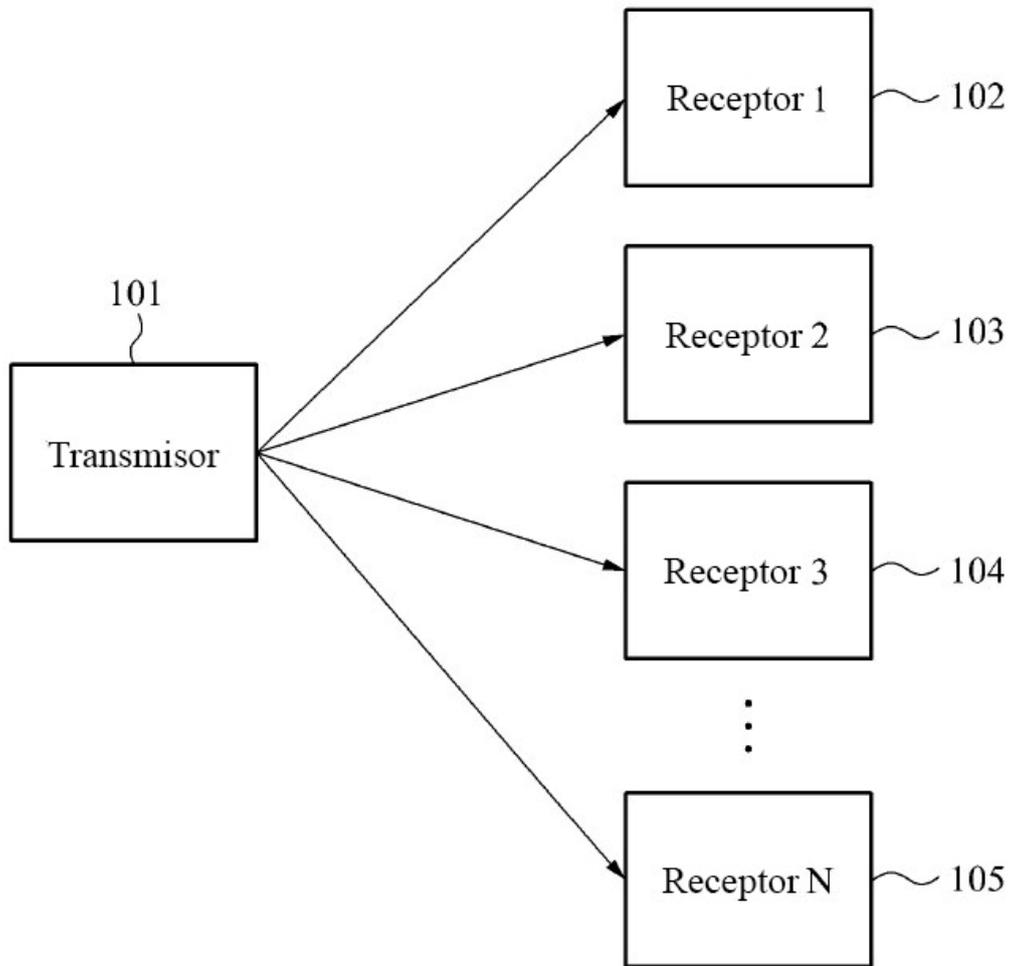


FIG. 2

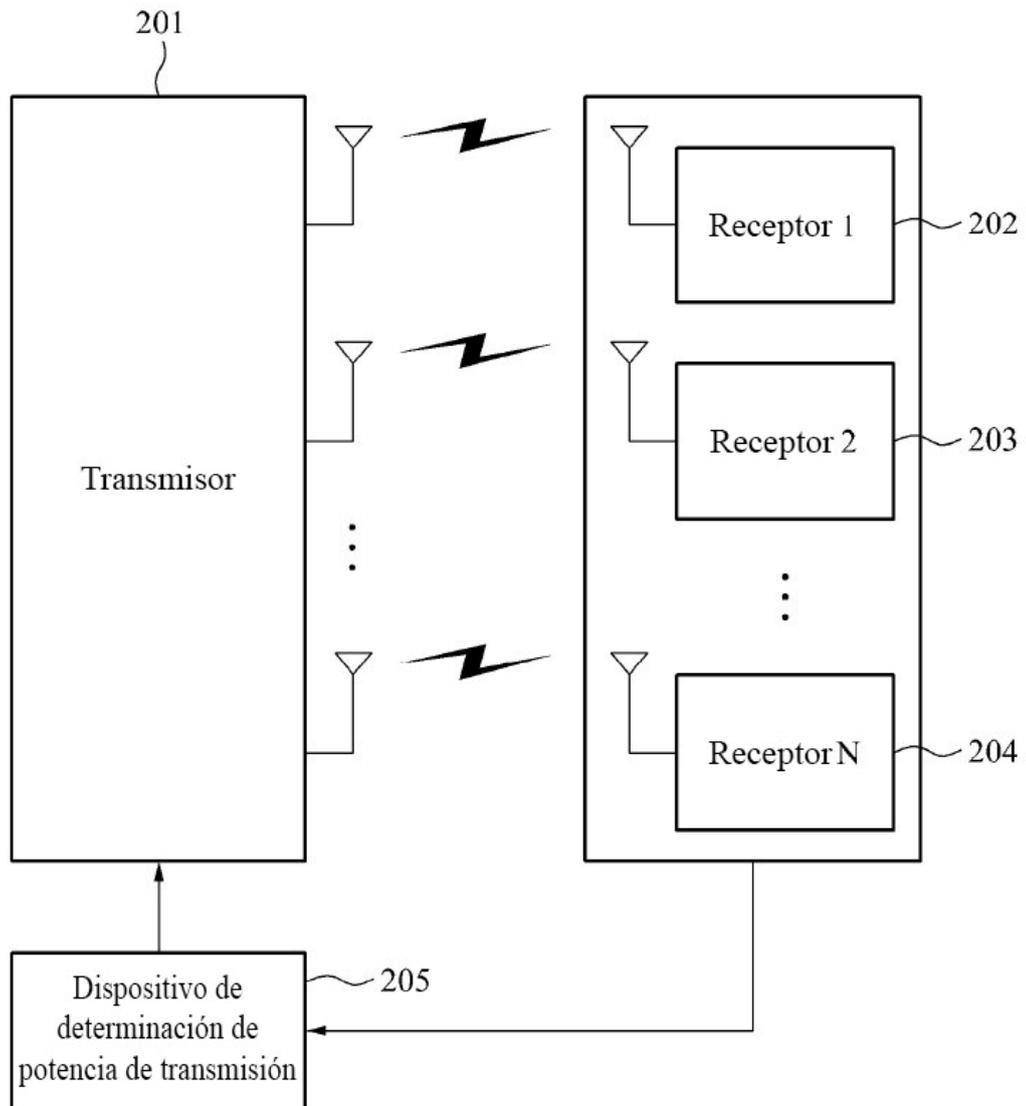
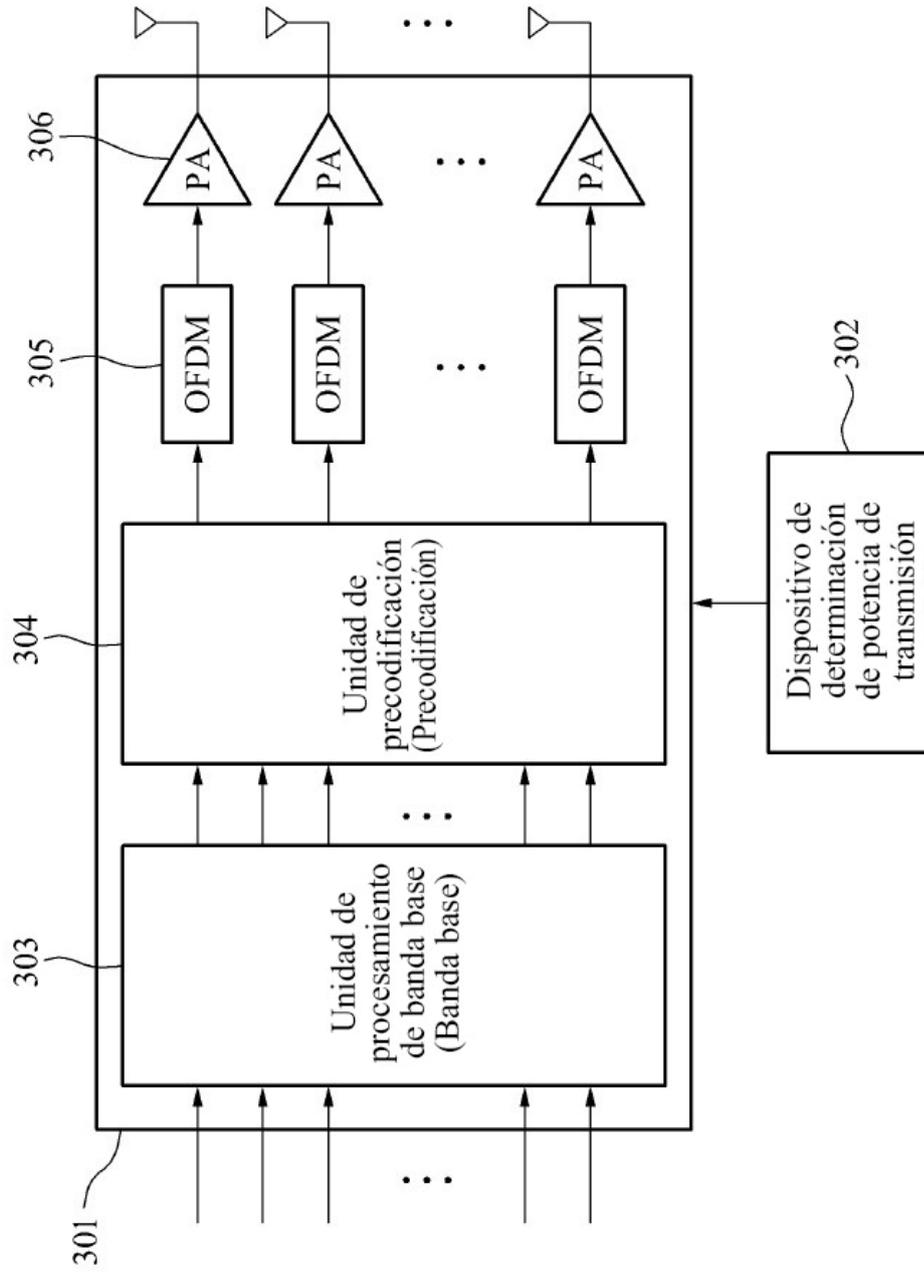
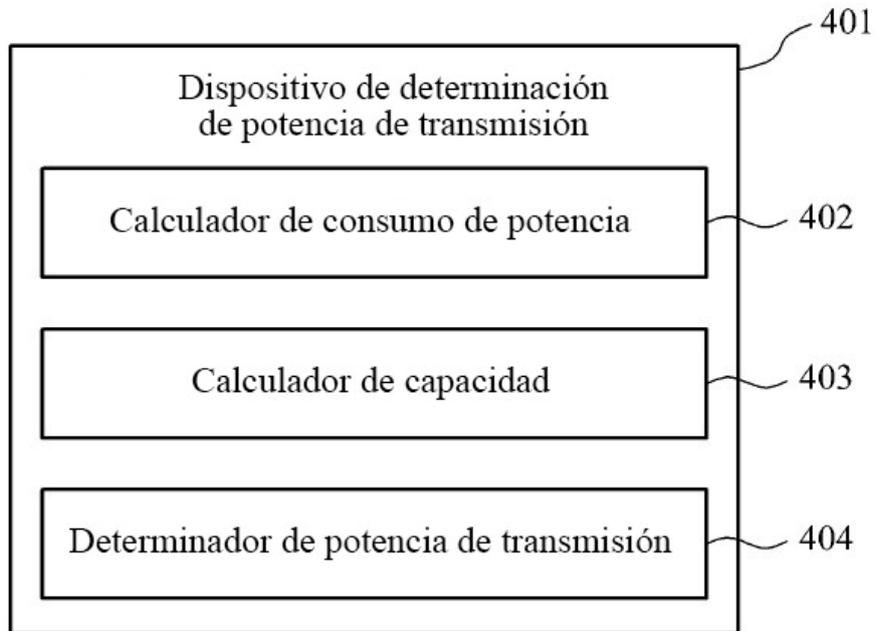


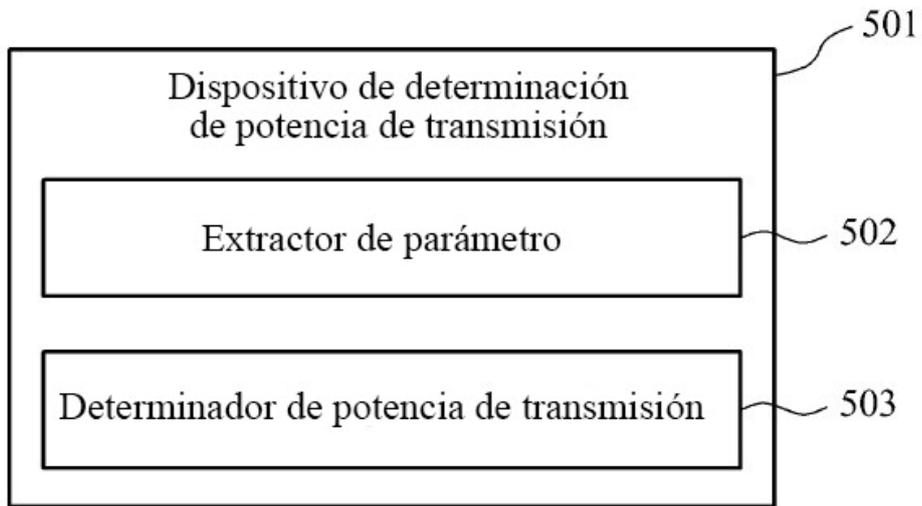
FIG. 3



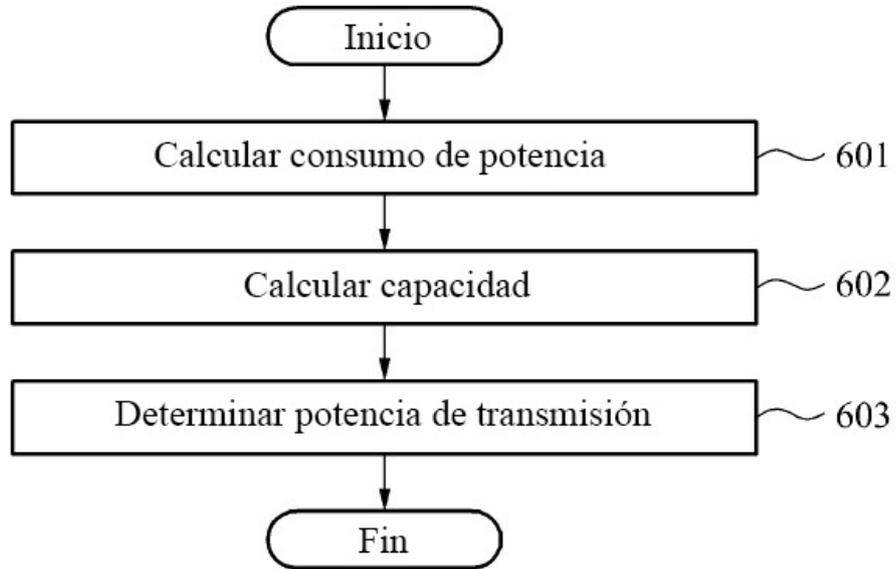
**FIG. 4**



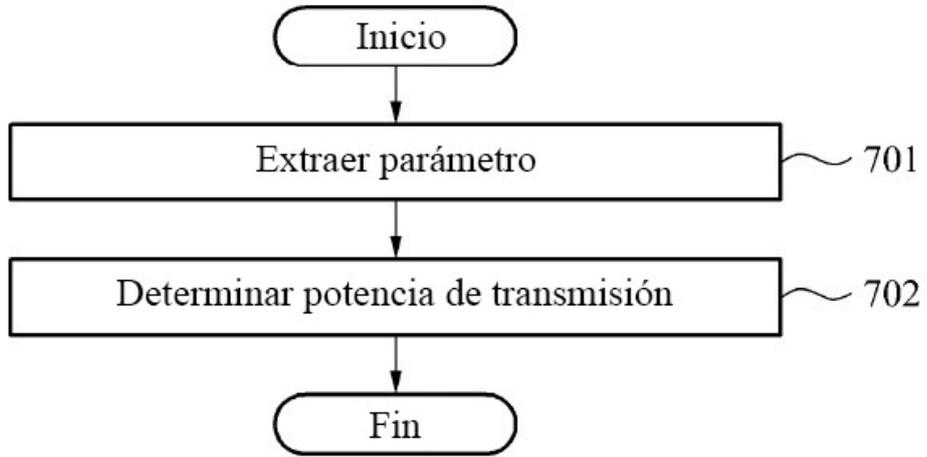
**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**



**FIG. 8**

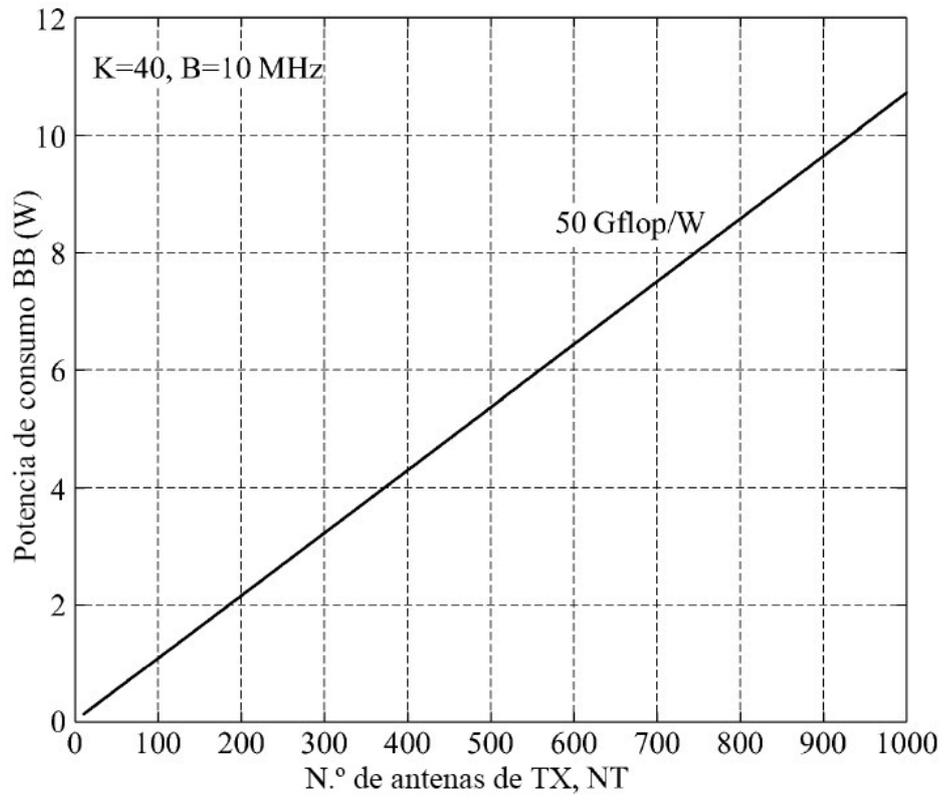


FIG. 9

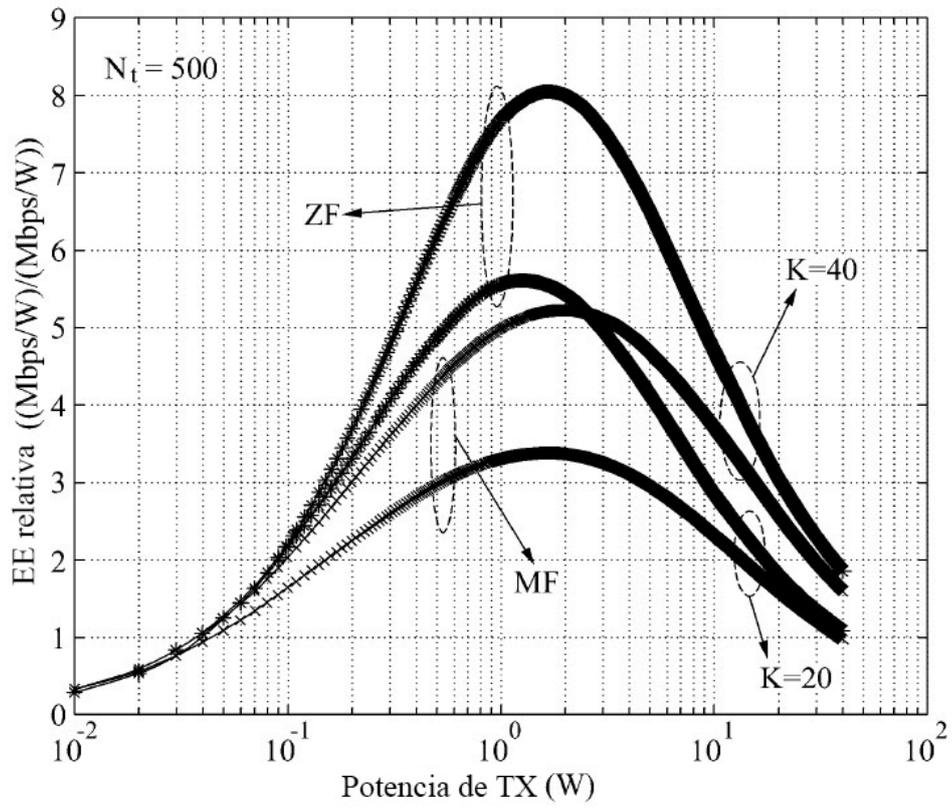


FIG. 10

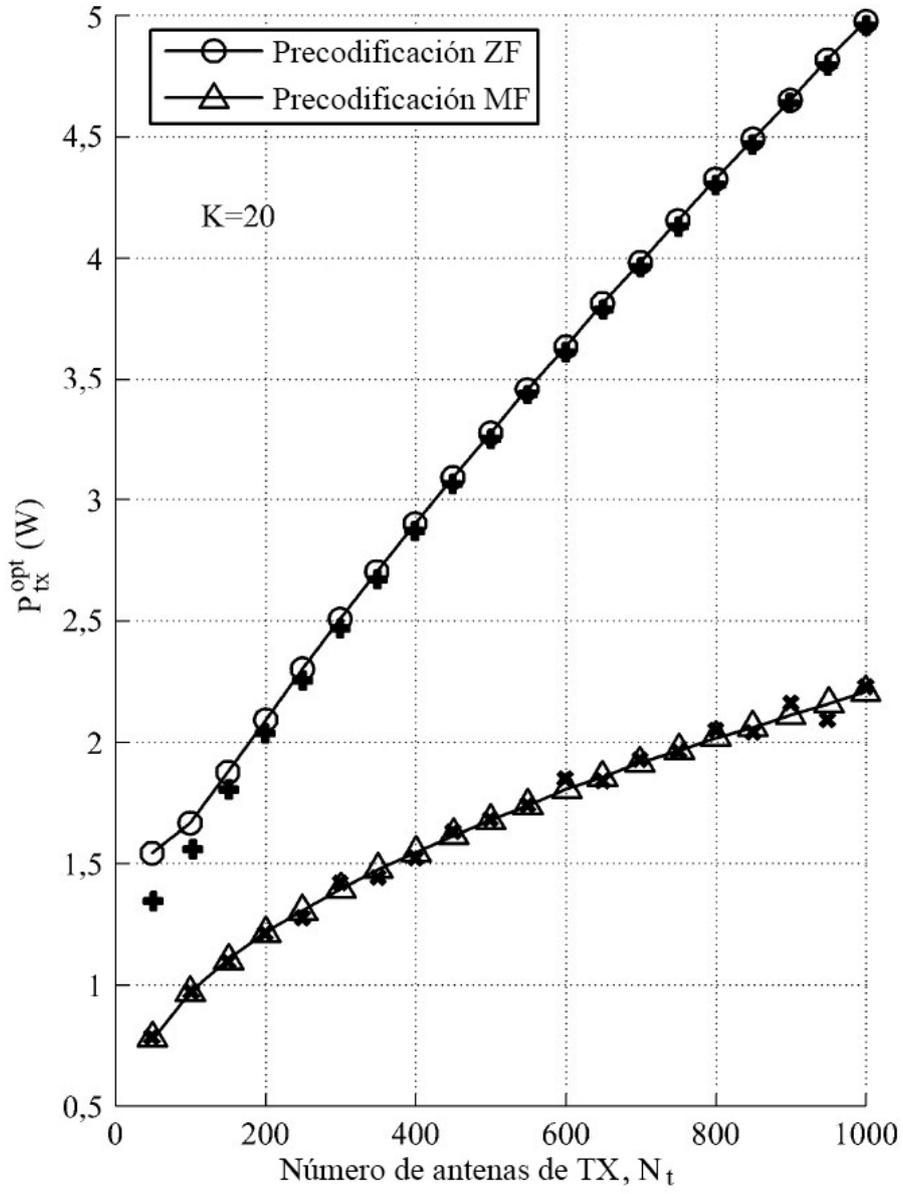


FIG. 11

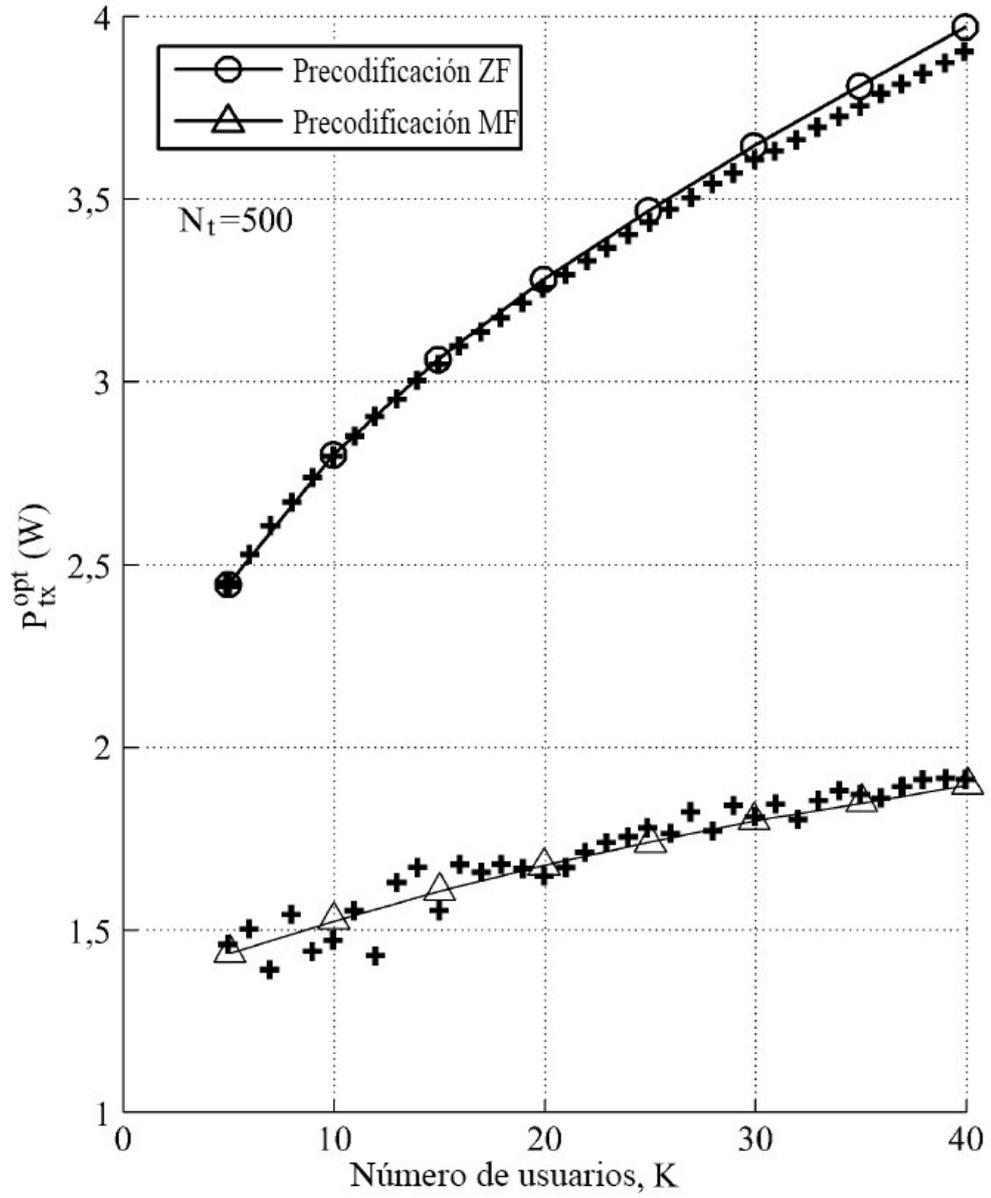


FIG. 12

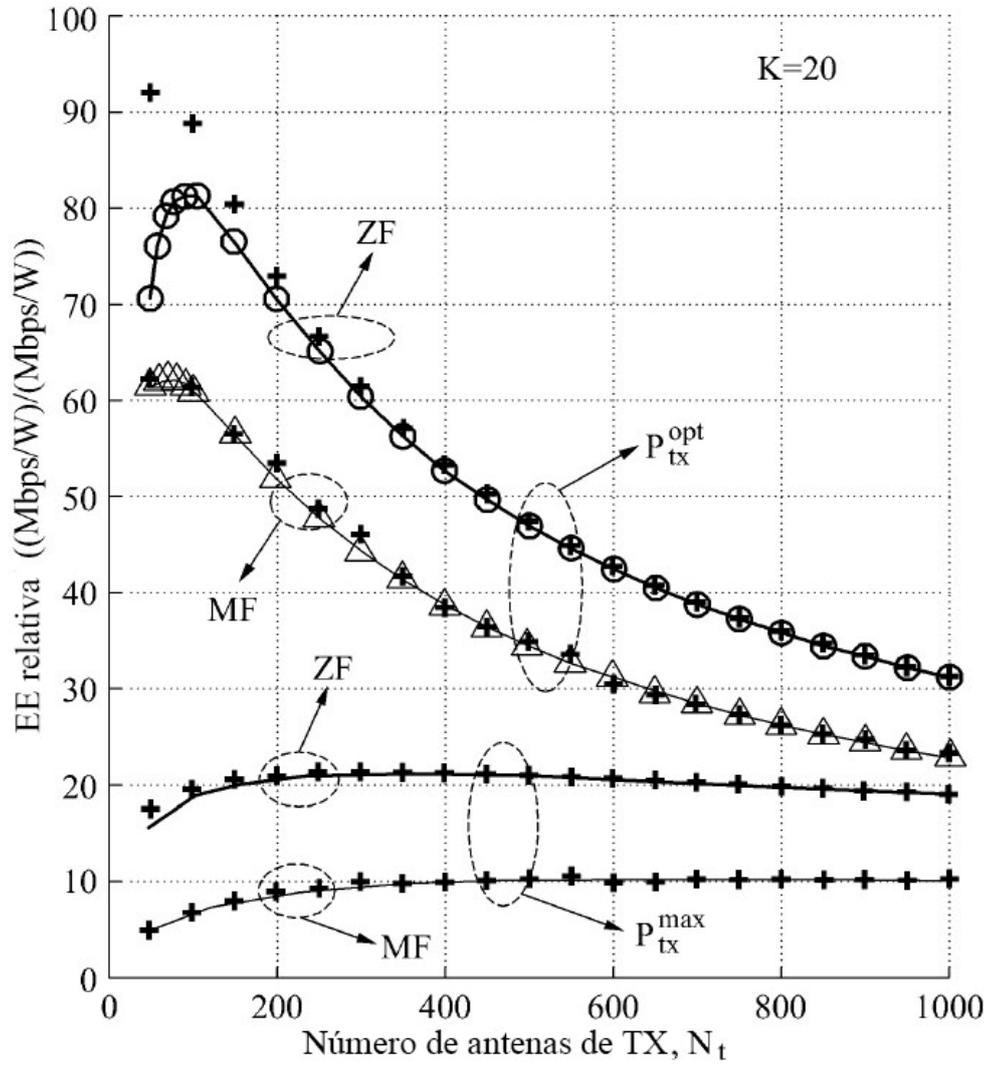


FIG. 13

