

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 573 864**

21 Número de solicitud: 201431806

51 Int. Cl.:

H04W 84/12

(2009.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

09.12.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

10.06.2016

Fecha de la concesión:

16.03.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

24.03.2017

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID (100.0%)
Parque Científico y Tecnológico, Avda. Gregorio
Peces Barba, 1
28918 Leganés (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**SÁNCHEZ FERNÁNDEZ, Matilde;
GARCÍA ARMADA, Ana y
RAJO IGLESIAS, Eva**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

54 Título: **Método y sistema para aumentar la capacidad de enlace ascendente entre un terminal de usuario y una estación base**

57 Resumen:

Método y sistema para aumentar la capacidad de enlace ascendente entre un terminal de usuario y una estación base.

La presente invención se refiere a un método y un sistema para aumentar la capacidad del enlace ascendente entre un terminal de usuario y una estación base de un sistema de comunicaciones móviles. Comprende los pasos de: determinar una distribución espacial para un conjunto de antenas, ubicadas sobre una prenda de vestir, en función de unos parámetros de acoplo mutuo y correlación espacial de cada una de las antenas; establecer un canal MIMO utilizando el conjunto de antenas distribuidas espacialmente sobre la prenda de vestir; y conectar el terminal móvil y la estación base a través del canal MIMO establecido.

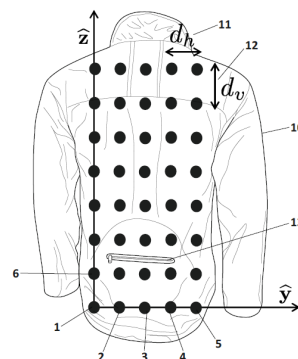


FIG. 1

ES 2 573 864 B1

DESCRIPCIÓN

Método y sistema para aumentar la capacidad del enlace ascendente entre un terminal de usuario y una estación base.

5

Objeto de la invención

La presente invención tiene aplicación en el sector técnico de las comunicaciones móviles que tienen lugar entre los usuarios de una red de telecomunicaciones y las estaciones base de dicha red. Más concretamente, el objeto de la invención es aumentar la capacidad de enlace ascendente entre un terminal de usuario y una estación base.

10

Antecedentes de la invención

Actualmente los sistemas de comunicaciones móviles son típicamente asimétricos, dado que los dos extremos de la comunicación tienen distintas capacidades y distintas necesidades.

15

Por un lado, el enlace descendente establece la comunicación entre la estación base (EB) con gran capacidad de procesamiento, y el terminal de usuario, con muchas más limitaciones.

20 Por otro lado, el enlace ascendente comunica el terminal de usuario con la EB. La mayoría de los servicios hasta ahora demandados precisan de una alta capacidad de transmisión de datos en el enlace descendente, como por ejemplo para acceder a contenidos multimedia de un proveedor. En cambio, el enlace ascendente está mucho más limitado, no sólo por las restricciones tecnológicas propias del equipamiento móvil, sino también porque hasta ahora
25 no ha existido realmente necesidad de un gran ancho de banda en esta dirección.

Sin embargo, el escenario actual está comenzando a cambiar y la mutación de los consumidores tradicionales hacia productores o proveedores de contenido diluye esta frontera entre los roles tradicionales, lo que, en consecuencia, implica un cambio en las necesidades de ancho de banda para el enlace ascendente. En el mismo sentido están

proliferando nuevas aplicaciones y contenido multimedia como sería Internet 3D, internet táctil, realidad aumentada, la transmisión de video en tiempo real a través de redes sociales o la tele-presencia, que sugieren también un cambio en la demanda de ancho de banda simétrico.

- 5 A pesar de lo anterior, la mayoría de los esfuerzos de la industria continúan enfocados a mejorar la eficiencia espectral del enlace descendente, donde se facilitan mayores capacidades tecnológicas que incluyen la potencia disponible para la transmisión, el procesamiento de señal y el espacio físico para el despliegue de antenas, mientras que en el extremo del usuario, el enlace ascendente está limitado en cuanto a capacidad
10 fundamentalmente por la necesidad de que el terminal de usuario sea de tamaño reducido, transportable y de costes razonables, lo que condiciona el procesamiento que se puede implementar.

Una de las tecnologías explotadas para la mejora de los sistemas de comunicaciones inalámbricos son los sistemas multi-antena o MIMO (Multiple-Input Multiple-Output), dichos
15 sistemas permiten un aumento de capacidad por la ganancia de multiplexación proporcional al número de elementos radiantes, pero el menor número de las antenas desplegadas en cualquiera de los dos extremos es el que limita la ganancia. Lamentablemente, la complejidad de procesamiento que se le añade al sistema y las limitaciones espaciales para el despliegue de las antenas han truncando significativamente el despliegue de un número
20 indiscriminado de antenas (sistema MIMO masivo) limitando la capacidad sensiblemente.

Además, los sistemas MIMO masivos se centran fundamentalmente en escenarios MIMO multiusuario, que busca dar servicio a muchos usuarios pero desplegando un número masivo de antenas únicamente en el extremo de la estación base, donde físicamente es viable el despliegue de un gran número de antenas, reduciendo al mínimo posible el número
25 de antenas en la parte de usuario. También el procesamiento de la señal se centra en la estación base, mediante el diseño de precodificadores para el enlace descendente y mediante receptores sencillos para el ascendente. Pero por grande que sea el incremento de antenas, el aumento de capacidad sigue limitado al no dotar al extremo de usuario de más elementos radiantes y adicionalmente de una mayor capacidad de procesamiento.

Según lo expuesto anteriormente, las propuestas existentes en el estado del arte continúan sin ofrecer una solución que realmente explote la capacidad del enlace ascendente ante una demanda verdaderamente exigente. Es evidente que los métodos empleados mantienen unas grandes limitaciones en el lado del usuario, el cual está sometido típicamente a restricciones de espacio, potencia y procesado que lastran gravemente su desarrollo, por lo que un método que resuelva este problema de baja explotación del canal ascendente en un sistema de comunicaciones móviles sería entendido como una valiosa contribución al estado del arte.

10 **Descripción de la invención**

Los problemas mencionados anteriormente de baja explotación del canal ascendente son superados por la presente invención, la cual propone vencer las limitaciones actuales de espacio físico en el lado del usuario para desplegar antenas masivamente mediante un método para aumentar la capacidad del enlace ascendente entre un terminal de usuario y una estación base de un sistema de comunicaciones móviles que comprende los siguientes pasos:

- a) determinar una distribución espacial para un conjunto de antenas, ubicadas sobre una prenda de vestir, en función de unos parámetros de acoplo mutuo y correlación espacial de cada una de las antenas;
- b) establecer un canal MIMO utilizando el conjunto de antenas distribuidas espacialmente sobre la prenda de vestir de acuerdo al paso a);
- c) conectar el terminal móvil y la estación base a través del canal MIMO establecido en el paso b).

Opcionalmente, los parámetros de acoplo mutuo y correlación espacial de cada una de las antenas se pueden determinar de forma que el canal MIMO se mantenga ortogonal. Esto presenta una gran ventaja en términos de procesado ya que lo simplifica enormemente y es suficiente con incluir un filtro adaptado.

En una de las realizaciones de la invención, la capacidad del enlace ascendente es

simétrica a la capacidad del enlace descendente.

Adicionalmente, la presente invención puede contemplar aplicar un esquema de precodificación a una señal antes de enviar dicha señal del terminal móvil a la estación base. Esta carga de procesamiento en el lado del usuario hace que el aumento de capacidad para el enlace ascendente propuesto por la presente invención sea totalmente transparente para la estación base.

La presente invención puede contemplar en el diseño y despliegue de las antenas, los posibles movimientos de la prenda de vestir y los movimientos relativos de partes de la prenda, como podrían ser las mangas, así como los efectos en los parámetros de acoplo mutuo y correlación espacial.

En una de las realizaciones de la invención se contempla definir un diagrama de radiación para las antenas con una radiación trasera lo más baja posible. Esto presenta ventajas en términos de ahorro de energía porque teniendo en cuenta que la prenda de vestir va a ser utilizada por un usuario, la mayor parte de la radiación emitida hacia su cuerpo sería malgastada. Por otra parte, se evita un potencial peligro para la salud del usuario.

Un segundo aspecto de la invención se refiere a un sistema para aumentar la capacidad del enlace ascendente entre un terminal de usuario y una estación base de un sistema de comunicaciones móviles. El sistema comprende:

- un conjunto de antenas ubicadas sobre una prenda de vestir del usuario, distribuidas espacialmente en función de unos parámetros de acoplo mutuo y correlación espacial de cada una de las antenas respecto a las demás antenas;
- un canal MIMO, establecido mediante el conjunto de antenas distribuidas espacialmente sobre la prenda de vestir, para conectar el terminal móvil y la estación base.

La invención contempla que cada una de las antenas del conjunto de antenas comprende una cadena de componentes de radiofrecuencia con unas características de dimensiones,

peso y consumo adecuadas para ser incorporadas en la prenda de vestir.

En una de las realizaciones de la invención, las antenas o al menos una de ellas, son antenas textiles tipo parche.

5

Opcionalmente, la presente invención puede comprender al menos una capa aislante interior en la prenda de vestir para prevenir la radiación de las antenas hacia el interior.

10 En una de las realizaciones de la presente invención se cuenta con un módulo de procesado, acoplado a la prenda de vestir, configurado para aplicar un esquema de precodificación a una señal, antes de enviar dicha señal del terminal móvil a la estación base.

15 En una de las realizaciones de la presente invención, la prenda de vestir es una chaqueta. La superficie disponible en una chaqueta común para desplegar las antenas es lo suficientemente grande como para conseguir un aumento considerable de la capacidad del enlace ascendente.

20 Un último aspecto de la invención se refiere a un programa informático caracterizado por que comprende medios de código de programa adaptados para realizar las etapas del método de la invención, cuando dicho programa se ejecuta en un procesador de propósito general, un procesador de señal digital, una FPGA, un ASIC, un microprocesador, un microcontrolador, o cualquier otra forma de hardware programable.

25 Simplemente conectando un terminal móvil a la prenda de vestir adaptada de acuerdo a la invención, por ejemplo una chaqueta, el usuario puede aprovechar el despliegue de las antenas sobre dicha chaqueta de forma que se superan los límites espaciales impuestos por el propio terminal y utilizar un enlace de altas prestaciones establecido mediante técnicas de MIMO masivo.

30 Las ventajas no son exclusivamente el aumento de la capacidad en el enlace ascendente para equiparlo con el descendente, sino que la consecuencia de un despliegue masivo en el lado de usuario consigue aumentar significativamente la capacidad de ambos enlaces y

reducir el consumo de potencia sobre todo en el extremo de usuario. Esto es posible debido a que el aumento del número de antenas en el extremo de la comunicación donde hay menor despliegue de ellas, permite que la ganancia por multiplexación espacial crezca linealmente con el menor número de antenas en cualquiera de los dos extremos y del mismo modo, en el extremo en el que se realice un despliegue masivo de antenas, se puede reducir significativamente la necesidad de potencia radiada.

Así pues la presente invención constituye un avance en los sistemas de comunicaciones, mejorando de forma radical las prestaciones de la capa física en la interfaz de usuario, y ofreciendo una solución plug-&-play que proporciona una altísima tasa de transmisión, una comunicación fiable y bajo consumo de potencia.

Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1.- Muestra una realización preferente de la invención donde la prenda de vestir es una chaqueta.

La figura 2.- Muestra un diagrama de bloques donde se pueden ver en detalle la cadena de elementos que comprenden las antenas textiles, de acuerdo a una de las realizaciones de la invención.

La figura 3.- Muestra una gráfica que representa los valores medidos para los parámetros S en un ejemplo.

La figura 4.- Muestra el rendimiento de la invención para distintas configuraciones posibles de antenas en la estación base.

La figura 5.- Muestra el rendimiento de la invención para distintas configuraciones posibles de antenas en el lado de usuario.

La figura 6.- Muestra distintas aplicaciones de uso de la presente invención.

Realización preferente de la invención

A la vista de las figuras reseñadas puede observarse como una de las posibles realizaciones de la invención se refiere preferentemente a una chaqueta deportiva (10) en la que se despliega un gran número de antenas textiles (1, 2, 3...M) explotando la tecnología de MIMO masivo. Así, la modificación de una prenda de ropa convencional, como la chaqueta en este caso, en la línea de la invención propuesta, permite mediante la conexión de cualquier terminal de usuario que sus capacidades de transmisión mejoren radicalmente al romper con la limitación espacial a la que está sujeto un terminal móvil convencional.

La figura 2 representa una realización de las antenas textiles (20) y sus cadenas de radiofrecuencia asociadas, así como el procesado de señal utilizados en esta invención, donde tienen un papel fundamental y su diseño es de gran importancia, ya que las particularidades que implica el hecho de que se instalen masivamente en una superficie que no es plana y que tiene partes móviles hace que se puedan producir zonas de sombra o apantallamientos en ciertos momentos. Además, la invención propuesta busca que pueda ser portada de la manera más transparente al usuario posible, por lo que las características en cuanto a peso y dimensiones de sus elementos también son tenidas en cuenta y se busca un equilibrio entre las prestaciones de potencia transmitida, ancho de banda/multibanda, acoplo mutuo y la colocación sobre la chaqueta. El esquema mostrado en la figura 2 corresponde a una distribución de M antenas, donde la rama de transmisión para cada una de ellas puede comprender un circulador (21), un filtro (22), un amplificador de potencia (23) y un oscilador local (24) conectado directamente a un módulo de procesado (25) al que se conecta directamente el terminal móvil (26) del usuario. La rama de recepción puede comprender un amplificador LNA (27), un amplificador adicional (28), un oscilador local (29) y un conversor analógico-digital conectado también al módulo de procesado.

El módulo de procesado (25) puede implementarse en un módulo independiente y extraíble acoplado a la chaqueta en alguna ubicación apropiada, como por ejemplo un bolsillo (13) en la parte baja de la espalda como se muestra en la figura 1. Su tamaño y peso son preferentemente lo suficientemente pequeños como para poder incluirlo en tal ubicación sin penalizar la movilidad del usuario, pero también dependerán de la capacidad de procesado que se asigne al lado del usuario en el sistema de comunicaciones, ya que para reducir al mínimo la complejidad, el procesado se puede compartir con la estación base o incluso

delegarlo por completo a la estación base.

Todas estas consideraciones para el diseño de las antenas y su posicionamiento en la chaqueta contribuyen a la obtención de un canal de comunicaciones en las condiciones más idóneas, lo que comprende minimizar la presencia de correlación espacial y de acoplo mutuo, ya que de otra manera se perdería la ortogonalidad en el canal MIMO y sería necesario una complejidad de procesamiento tan elevada que implicaría un tamaño de la electrónica asociada para dicho procesamiento que dificultaría su despliegue. Por tanto, para mantener la complejidad del procesamiento de señal acotada es fundamental mantener el control sobre las características del canal MIMO.

- 5 El canal MIMO se caracteriza por una matriz $\mathbf{H}$ que contiene los coeficientes de atenuación entre las antenas. En el escenario del enlace ascendente la matriz $\mathbf{H}$ es una matriz vertical, con más filas (antenas en recepción) que columnas (antenas en transmisión). Para que $\mathbf{H}$ tenga sus columnas ortogonales, y que el procesamiento de señal necesario pueda limitarse a un filtro adaptado, es decir que el producto de $\mathbf{H}'$ con $\mathbf{H}$ sea la matriz identidad, se necesita, por un lado que el número de antenas en uno de los extremos de la comunicación sea muy inferior (o superior) al del otro extremo y, por otro lado, que se pueda considerar que los coeficientes de canal son independientes e idénticamente distribuidos (i.i.d.) y que no existe correlación entre ellos, lo que va a estar condicionado por el diseño y despliegue de las antenas, que a su vez está limitado por el espacio físico del que se disponga en la chaqueta.
- 10 El objetivo es buscar una alta velocidad de transmisión, por lo que el diseño varía en función del acoplo mutuo y correlación espacial medidos. Estos parámetros pueden modificarse buscando el modelo de canal idóneo, que preferentemente se caracteriza como se describe a continuación, donde la matriz de canal $\mathbf{H}$, con elementos h_{nm} describe la atenuación entre la antena de transmisión m-ésima a la antena de recepción n-ésima. El número de antenas transmisoras y receptoras es, respectivamente, M ($m = 1, \dots, M$) y N ($n = 1, \dots, N$). Como se ha mencionado anteriormente, a pesar de que se puede suponer que todas las antenas tienen el mismo comportamiento, su posición relativa puede modificar tanto los diagramas de radiación como la eficiencia de la antena. Teniendo esto en cuenta, se contemplan diferentes diagramas de radiación de la antena en el transmisor $G_m(\theta; \phi)$ y receptores $G'_n(\theta'; \phi')$ en acimut (ϕ) y elevación (θ).
- 15
- 20
- 25
- 30

Con estas premisas, el modelo de canal se caracteriza por la geometría de la distribución de antenas, los diagramas de radiación en la transmisión y la recepción y la dispersión que provoca el entorno. El elemento h_{nm} se puede modelar, por ejemplo, de acuerdo a la función de Green, para la posición de la n -ésima antena de recepción $\mathbf{r}'_n$, dado que la fuente se encuentra ($\mathbf{r}_m$) en la antena de transmisión m -ésima:

$$h_{nm} = \int \int \mathcal{G}_m(\theta, \phi) \mathcal{G}'_n(\theta', \phi') S(\mathbf{k}'(\theta', \phi'), \mathbf{k}(\theta, \phi)) e^{-j\mathbf{k}(\theta, \phi) \cdot \mathbf{r}_m} e^{j\mathbf{k}'(\theta', \phi') \cdot \mathbf{r}'_n} d\mathbf{k}'(\theta', \phi') d\mathbf{k}(\theta, \phi) \quad (1)$$

Donde $\mathbf{k}(\theta, \phi)$ y $\mathbf{k}'(\theta', \phi')$ representan los vectores de onda en el transmisor y el receptor respectivamente, en función de los ángulos de azimut y elevación. Y donde $S(\mathbf{k}'(\theta', \phi'), \mathbf{k}(\theta, \phi))$ es una función de dispersión del canal, que relaciona la onda plana emitida desde la dirección $\mathbf{k}$ que incide en el receptor en la dirección $\mathbf{k}'$.

El espacio vectorial puede muestrearse en L ondas planas en el transmisor y L' ondas planas en el receptor para cubrir todo el espacio. Las ondas planas salen de direcciones $\{\mathbf{k}_1, \mathbf{k}_2, \dots, \mathbf{k}_L\}$ en el transmisor y de direcciones $\{\mathbf{k}'_1, \mathbf{k}'_2, \dots, \mathbf{k}'_{L'}\}$ en el receptor. Por lo tanto, de la ecuación (1), la matriz $\mathbf{H}$ se puede escribir como:

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} \mathcal{G}'_1(\theta'_1, \phi'_1) e^{j\mathbf{k}'_1 \cdot \mathbf{r}'_1} & \mathcal{G}'_1(\theta'_2, \phi'_2) e^{j\mathbf{k}'_2 \cdot \mathbf{r}'_1} & \dots & \mathcal{G}'_1(\theta'_{L'}, \phi'_{L'}) e^{j\mathbf{k}'_{L'} \cdot \mathbf{r}'_1} \\ \mathcal{G}'_2(\theta'_1, \phi'_1) e^{j\mathbf{k}'_1 \cdot \mathbf{r}'_2} & \mathcal{G}'_2(\theta'_2, \phi'_2) e^{j\mathbf{k}'_2 \cdot \mathbf{r}'_2} & \dots & \mathcal{G}'_2(\theta'_{L'}, \phi'_{L'}) e^{j\mathbf{k}'_{L'} \cdot \mathbf{r}'_2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathcal{G}'_N(\theta'_1, \phi'_1) e^{j\mathbf{k}'_1 \cdot \mathbf{r}'_N} & \mathcal{G}'_N(\theta'_2, \phi'_2) e^{j\mathbf{k}'_2 \cdot \mathbf{r}'_N} & \dots & \mathcal{G}'_N(\theta'_{L'}, \phi'_{L'}) e^{j\mathbf{k}'_{L'} \cdot \mathbf{r}'_N} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} S(\mathbf{k}'_1, \mathbf{k}_1) & S(\mathbf{k}'_1, \mathbf{k}_2) & \dots & S(\mathbf{k}'_1, \mathbf{k}_L) \\ S(\mathbf{k}'_2, \mathbf{k}_1) & S(\mathbf{k}'_2, \mathbf{k}_2) & \dots & S(\mathbf{k}'_2, \mathbf{k}_L) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S(\mathbf{k}'_{L'}, \mathbf{k}_1) & S(\mathbf{k}'_{L'}, \mathbf{k}_2) & \dots & S(\mathbf{k}'_{L'}, \mathbf{k}_L) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \mathcal{G}_1(\theta_1, \phi_1) e^{-j\mathbf{k}_1 \cdot \mathbf{r}_1} & \mathcal{G}_2(\theta_1, \phi_1) e^{-j\mathbf{k}_2 \cdot \mathbf{r}_1} & \dots & \mathcal{G}_M(\theta_1, \phi_1) e^{-j\mathbf{k}_M \cdot \mathbf{r}_1} \\ \mathcal{G}_1(\theta_2, \phi_2) e^{-j\mathbf{k}_1 \cdot \mathbf{r}_2} & \mathcal{G}_2(\theta_2, \phi_2) e^{-j\mathbf{k}_2 \cdot \mathbf{r}_2} & \dots & \mathcal{G}_M(\theta_2, \phi_2) e^{-j\mathbf{k}_M \cdot \mathbf{r}_2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathcal{G}_1(\theta_L, \phi_L) e^{-j\mathbf{k}_1 \cdot \mathbf{r}_L} & \mathcal{G}_2(\theta_L, \phi_L) e^{-j\mathbf{k}_2 \cdot \mathbf{r}_L} & \dots & \mathcal{G}_M(\theta_L, \phi_L) e^{-j\mathbf{k}_M \cdot \mathbf{r}_L} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Y esta matriz obtenida para el canal se puede descomponer en el producto de tres matrices $\mathbf{H} = \mathbf{B}_{rx}^t \mathbf{S} \mathbf{B}_{tx}$, donde $\mathbf{B}_{rx}$ y $\mathbf{B}_{tx}$ son la conformación de haces de matrices rectangulares deterministas dependientes, básicamente, de la geometría de la antena y los diagramas de

radiación. $\mathbf{S}$ es una matriz aleatoria rectangular modelada en función de la dispersión angular.

Suponiendo que las entradas del canal son gaussianas y que los factores de dispersión son independientes, la matriz de dispersión está completamente caracterizada una vez se tiene el espectro de potencia conjunta angular (PAS). Esto implica una matriz de dispersión con componentes gaussianos independientes y no idénticamente distribuidos. Típicamente, se utilizan diferentes modelos PAS en el transmisor y el receptor, lo que conduce a una distribución de potencia entre las filas de la matriz $\mathbf{S}$ dada por la PAS en el receptor y entre columnas que coincida con el PAS en el transmisor. Así la matriz $\mathbf{S}$ se puede simplificar como:

$$\mathbf{S} = \Sigma_{rx}^{1/2} \mathbf{G} \Sigma_{tx}^{1/2} \quad (3)$$

donde $\mathbf{G}$ es una matriz compleja aleatoria gaussiana con componentes i.i.d. y varianza igual a uno. Σ_{rx} y Σ_{tx} son matrices diagonales deterministas cuya diagonal principal se forma con el espectro de potencia angular correspondiente, denotado como $P_{tx}(\mathbf{k})$ en el transmisor y $P_{rx}(\mathbf{k}')$ en el receptor. La traza de estas matrices se normaliza a uno y el modelo de canal se describe como:

$$\mathbf{H} = \mathbf{B}_{rx}^t \Sigma_{rx}^{1/2} \mathbf{G} \Sigma_{tx}^{1/2} \mathbf{B}_{tx} \quad (4)$$

Nótese que el acoplamiento mutuo entre antenas no se considera en el modelo proporcionado anteriormente en (4). Por ello, se incluye una matriz de acoplamiento $\mathbf{C}_{tx}$ y $\mathbf{C}_{rx}$ en ambos lados que, para escenarios de acoplamiento bajo, se acercará a la matriz identidad.

Otros modelos de canal pueden utilizarse para la misma finalidad del descrito anteriormente. A modo de ejemplo, se detalla a continuación una realización concreta de la invención donde se escoge una frecuencia central típica para servicios de telecomunicaciones de 2,5 GHz y un ancho de banda de 70 MHz (que podría ampliarse si fuese necesario) para diseñar antenas de tipo parche, típicamente usadas para tecnología textil, para incluir en el extremo del usuario. El sustrato que se utiliza normalmente en tecnología impresa se sustituye por un tejido textil (por ejemplo fieltro con una permitividad relativa de $\epsilon_r = 1,38$) y se lleva a cabo la metalización con materiales electrotexiles, como por ejemplo los de Shieldit®. En este caso, con un fieltro de 3mm de espesor, el tamaño final de las antenas cuadradas tipo parche resulta de 46,5 mm. Teniendo en cuenta este tamaño y con el

objetivo de tener un bajo acoplamiento mutuo a pesar del gran número de antenas desplegadas en la chaqueta, se determina una distancia entre elementos que, en este caso es de 80 mm entre elementos (0.66λ), lo que permite el uso de 5 columnas de antenas desplegadas en el plano horizontal y 8 filas de antenas en el plano vertical con la misma separación entre antenas en el despliegue vertical (12), $d_v = 0.66 \lambda$ y en la colocación horizontal (11), $d_h = 0.66 \lambda$. El tamaño total de la matriz plana es, por tanto, $M = 40$ antenas y en total, dicha distribución de antenas ocupa $44.6 \times 60.6 \text{ cm}^2$ lo cual es una distribución espacial que perfectamente puede ser integrada en la parte trasera de una chaqueta como se muestra en la Figura 1. Sin embargo, el número de antenas es un parámetro de diseño que se puede modificar y desplegar un número de antenas considerablemente mayor o menor. También, otros materiales, grosores y distancias entre elementos, diferentes a los de ese ejemplo, pueden usarse para el mismo objeto de la invención dependiendo de los niveles de acoplo mutuo que decidamos tolerar. Observando las características del canal MIMO es posible replantear el diseño y distribución de las antenas para decidir si incluir más antenas, reduciendo el espacio entre ellas o decidir incluir menos antenas y aumentar el espacio de separación. Otra posibilidad de mejorar el canal consiste en aumentar la frecuencia central, lo que permite diseñar antenas más pequeñas y por tanto, incluir un número mayor de antenas en el mismo espacio.

Al desplegar conjuntamente las antenas, los diagramas de radiación de cada antena individual pueden cambiar ligeramente, dependiendo de la posición relativa de las antenas y a su vez, el rendimiento del sistema podría cambiar eventualmente, ya que los diagramas de radiación son uno de los parámetros de la antena que definen la correlación de canal. La figura 3 muestra una simulación obtenida para este caso concreto que se está describiendo.

En ella, habiendo escogido una frecuencia central de 2,5 GHz y un ancho de banda de 70 MHz, puede verse cómo evolucionan los parámetros S (dB) en función de la frecuencia. S_{ii} determina la adaptación de la antena y, específicamente en la Figura 3, se puede ver que el diseño está bien adaptado a la frecuencia de trabajo escogida de 2,5 GHz. El parámetro S_{ij} determina el acoplamiento mutuo entre antenas, así que puede comprobarse en la gráfica que el acoplamiento mutuo es en todos los casos inferior a -20 dB, que se corresponde con los puntos 31 y 32, que representan los peores casos posibles, es decir, antenas juntas (para la antena 1, desplegada en un rincón de la matriz plana, la antena 2 y la antena 6 son

las más cercanas).

Las antenas propuestas cuentan con un peso ligero apropiado es inferior a 6 gr, para ser transportadas de forma imperceptible o al menos sin que supongan una carga insoportable para un usuario vistiendo la prenda elegida.

Particularizar el modelo de canal descrito anteriormente para esta realización concreta de la invención, implica un muestreo particular de la onda definida por los vectores espaciales k y k' y una geometría de antena particular.

En cuanto al acoplamiento mutuo, el diseño de las antenas textiles y su distribución espacial prevén que sea un valor muy bajo en este escenario (la figura 3 muestra que en este ejemplo todos los valores son inferiores a -20dB), en el caso de que no lo fueran tendríamos que tenerlo en cuenta en el diseño de los precodificadores.

A modo de ejemplo, se detalla a continuación una simulación de una realización concreta de la invención. Para simplificar las cosas, las antenas consideradas en la estación base son ideales con acoplamiento mutuo nulo. La estación base despliega $N = \{1, 4, 8, 64\}$ antenas en una matriz lineal con $d_r = \lambda/2$, a excepción de la $N = 64$ donde se considera una matriz plana de 8×8 con la misma separación entre elementos.

La mayoría de los esquemas de precodificación propuestos se aplican completamente en la chaqueta con la idea de hacer de la chaqueta una solución plug&play en el sistema de comunicación. También se consideran otras realizaciones que contemplan la posibilidad de compartir el procesamiento de las señales entre el lado del usuario y la estación base o incluso realizar el procesamiento íntegramente en la estación base, como en los escenarios clásicos donde se suele asignar el procesamiento al lado con más capacidad.

La complejidad en el diseño tiene dos puntos, uno el procesamiento de señal en sí (operaciones con matrices, operaciones de precisión finita, etc.) y el otro es el nivel de información que se necesita para hacer posible el procesamiento de señales (problemas de estimación de canal). En este ejemplo de realización, los precodificadores utilizados se pueden referir a un caso de conocimiento completo del canal en el transmisor (CSIT), el

conocimiento estadístico de canal en el transmisor (CDIT), filtro adaptado (MF) o sin conocimiento de canal. De estos cuatro esquemas CSIT y MF requieren un conocimiento de canal completo, sin embargo CSIT es más compleja. CDIT, aunque sólo requiere un conocimiento reducido del canal, al final el procesamiento de la señal hace que su complejidad sea similar a CSIT. Escoger realizaciones con un esquema u otro depende de la capacidad de la que dispongamos y los objetivos de rendimiento que se marquen.

En la figura 4 pueden verse las diferentes tasas conseguidas para distintos ejemplos que comprenden los cuatro esquemas de precodificación comentados anteriormente (representados en las figuras con círculos sobre las líneas para CSIT, cuadrados para el filtro adaptado MF, triángulos para CDIT y asteriscos para ningún conocimiento del canal) y las N antenas desplegadas en la estación base, con lo que se muestran las tasas para las configuraciones de 1x1, 40x1, 40x4, 40x8 y 40x64. Y en la figura 5 se muestra nuevamente un escenario de SNR frente a tasa obtenible, pero centrado sólo en N=4. En este caso, los grados de libertad en el sistema pueden estar limitados por la estación base y por lo tanto la velocidad de transmisión aumenta linealmente con el número de antenas, que en el ejemplo se muestran en el intervalo de una a cuarenta, con lo que específicamente se han dibujado las configuraciones 1x4, 10x4, 20x4 y 40x4. Es evidente que el despliegue de un número cada vez mayor de antenas en la chaqueta tiene claros beneficios en cuanto a la tasa alcanzable en una relación lineal respecto al logaritmo de SNR.

Para los diferentes esquemas de precodificación, la ganancia puede verse en términos de bits/s/Hz para una SNR fija o en términos de ganancia de SNR para una tasa objetivo. Por ejemplo, el despliegue de 40 antenas con SNR=5 dB da un incremento máximo de la tasa de usuario de casi 15 bits/s/Hz. La ganancia de SNR es extremadamente grande.

La figura 6 muestra algunas de las aplicaciones que permite el despliegue de antenas de acuerdo a la presente invención. Se representan las tasas obtenibles (eje vertical) en función del número de antenas desplegadas en la chaqueta (eje horizontal), las antenas desplegadas en la estación base, donde la línea discontinua representa 64 antenas y la línea continua 4 antenas, y el esquema de precodificación escogido, donde se muestran CDIT con círculos sobre las líneas, y filtro adaptado, con asteriscos sobre las líneas. El diseño y despliegue de antenas puede adaptarse a las necesidades de los usuarios en

función de sus requisitos de uso. Los rangos que puede ofrecer la presente invención permite transmitir señal de video, juegos online, aplicaciones de telepresencia, computación en la nube o incluso superar los 200 Mbits/s para ofrecer video en alta definición y 3D.

5

10

15

20

25

30

REIVINDICACIONES

- 1.- Un método para aumentar la capacidad del enlace ascendente entre un terminal de usuario y una estación base de un sistema de comunicaciones móviles que comprende los siguientes pasos:
- 5 a) determinar una distribución espacial para una conjunto de antenas, ubicadas sobre una prenda de vestir, en función de unos parámetros de acoplo mutuo y correlación espacial de cada una de las antenas;
- 10 b) establecer un canal MIMO utilizando el conjunto de antenas distribuidas espacialmente sobre la prenda de vestir de acuerdo al paso a);
- c) conectar el terminal móvil y la estación base a través del canal MIMO establecido en el paso b).
- 2.- Método de acuerdo a la reivindicación 1 donde los parámetros de acoplo mutuo y correlación espacial de cada una de las antenas se determinan de forma que el canal MIMO se mantiene ortogonal.
- 15 3.- Método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde la capacidad del enlace ascendente es simétrica a la capacidad del enlace descendente.
- 20 4.- Método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores que además comprende aplicar un esquema de precodificación a una señal antes de enviar dicha señal del terminal móvil a la estación base.
- 25 5.- Método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde los parámetros de acoplo mutuo y correlación espacial tienen en cuenta los posibles movimientos de la prenda de vestir o de partes de la prenda de vestir.
- 30 6.- Método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones anteriores que además comprende definir un diagrama de radiación para las antenas con una radiación trasera lo más baja posible.
- 7.- Un sistema para aumentar la capacidad del enlace ascendente entre un terminal de

usuario y una estación base de un sistema de comunicaciones móviles que comprende:

- un conjunto de antenas ubicadas sobre una prenda de vestir del usuario, distribuidas espacialmente en función de unos parámetros de acoplo mutuo y correlación espacial de cada una de las antenas respecto a las demás antenas;
- un canal MIMO, establecido mediante el conjunto de antenas distribuidas espacialmente sobre la prenda de vestir, para conectar el terminal móvil y la estación base.

8.- Un sistema de acuerdo a la reivindicación 7 donde los parámetros de acoplo mutuo y correlación espacial de cada una de las antenas se determinan de forma que el canal MIMO se mantiene ortogonal.

9.- Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 7-8 donde cada una de las antenas del conjunto de antenas comprende una cadena de componentes de radiofrecuencia con unas características de dimensiones, peso y consumo adecuadas para ser incorporadas en la prenda de vestir.

10.- Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 7-9 donde el conjunto de antenas comprende al menos una antena tipo parche.

11.- Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 7-10 donde la prenda de vestir además comprende al menos una capa aislante interior para prevenir la radiación de las antenas hacia el interior.

12.- Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 7-11 que además comprende un módulo de procesado, acoplado a la prenda de vestir, configurado para aplicar un esquema de precodificación a una señal, antes de enviar dicha señal del terminal móvil a la estación base.

13.- Sistema de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 7-12 donde la prenda de vestir es una chaqueta.

14.- Programa informático caracterizado por que comprende medios de código de programa

adaptados para realizar las etapas del método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, cuando dicho programa se ejecuta en un procesador de propósito general, un procesador de señal digital, una FPGA, un ASIC, un microprocesador, un microcontrolador, o cualquier otra forma de hardware programable.

5

10

15

20

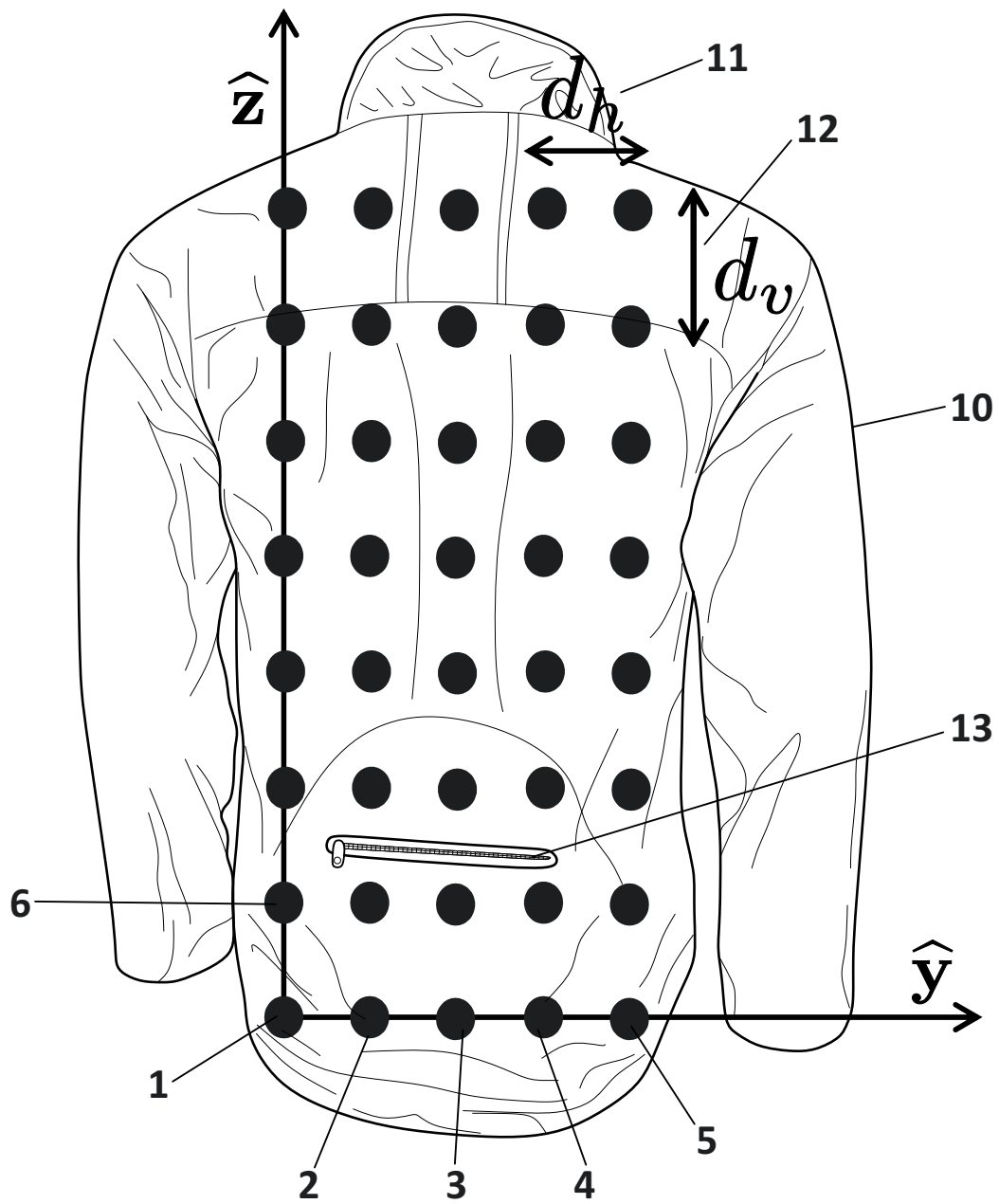


FIG. 1

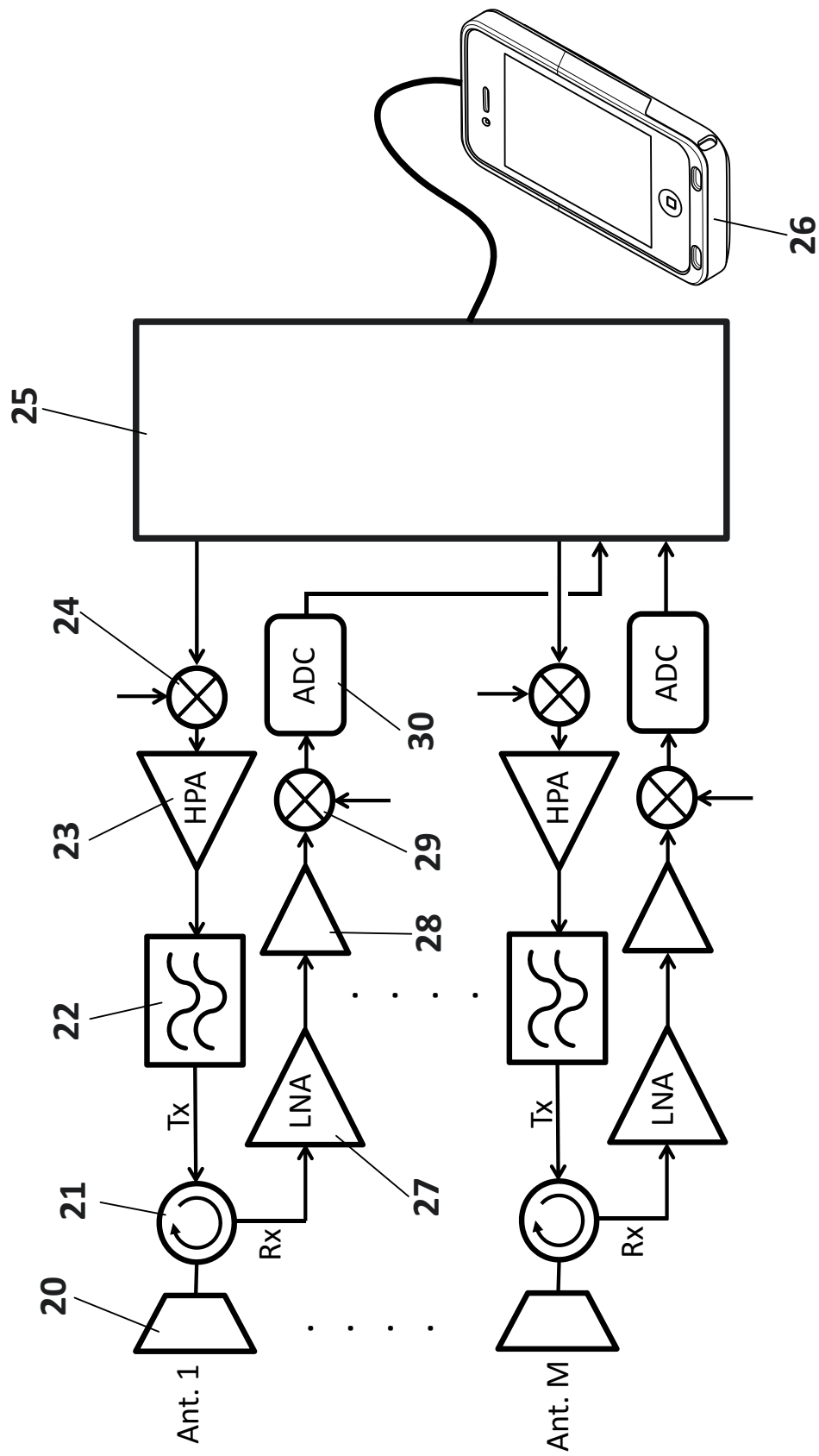


FIG. 2

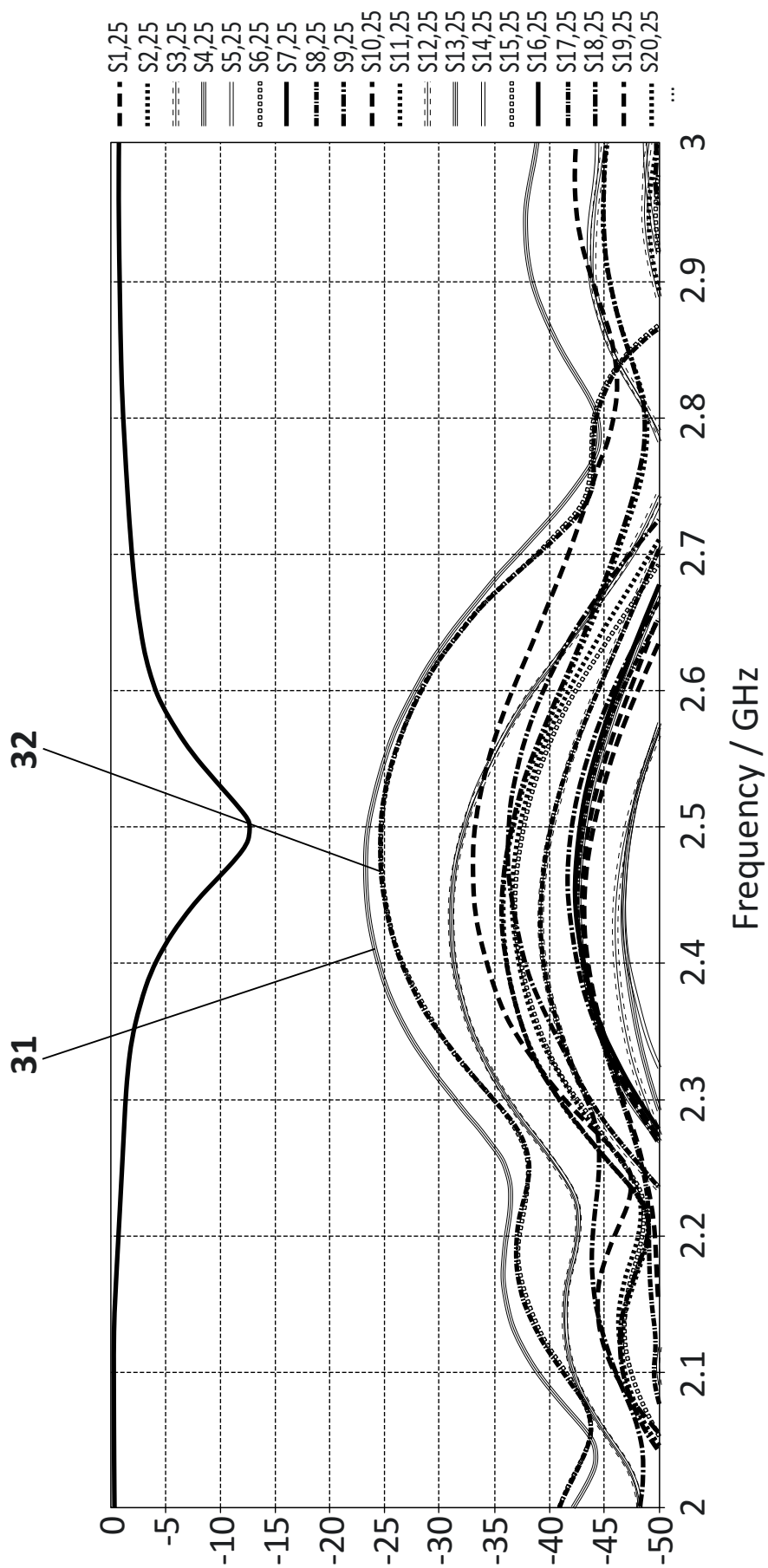


FIG. 3

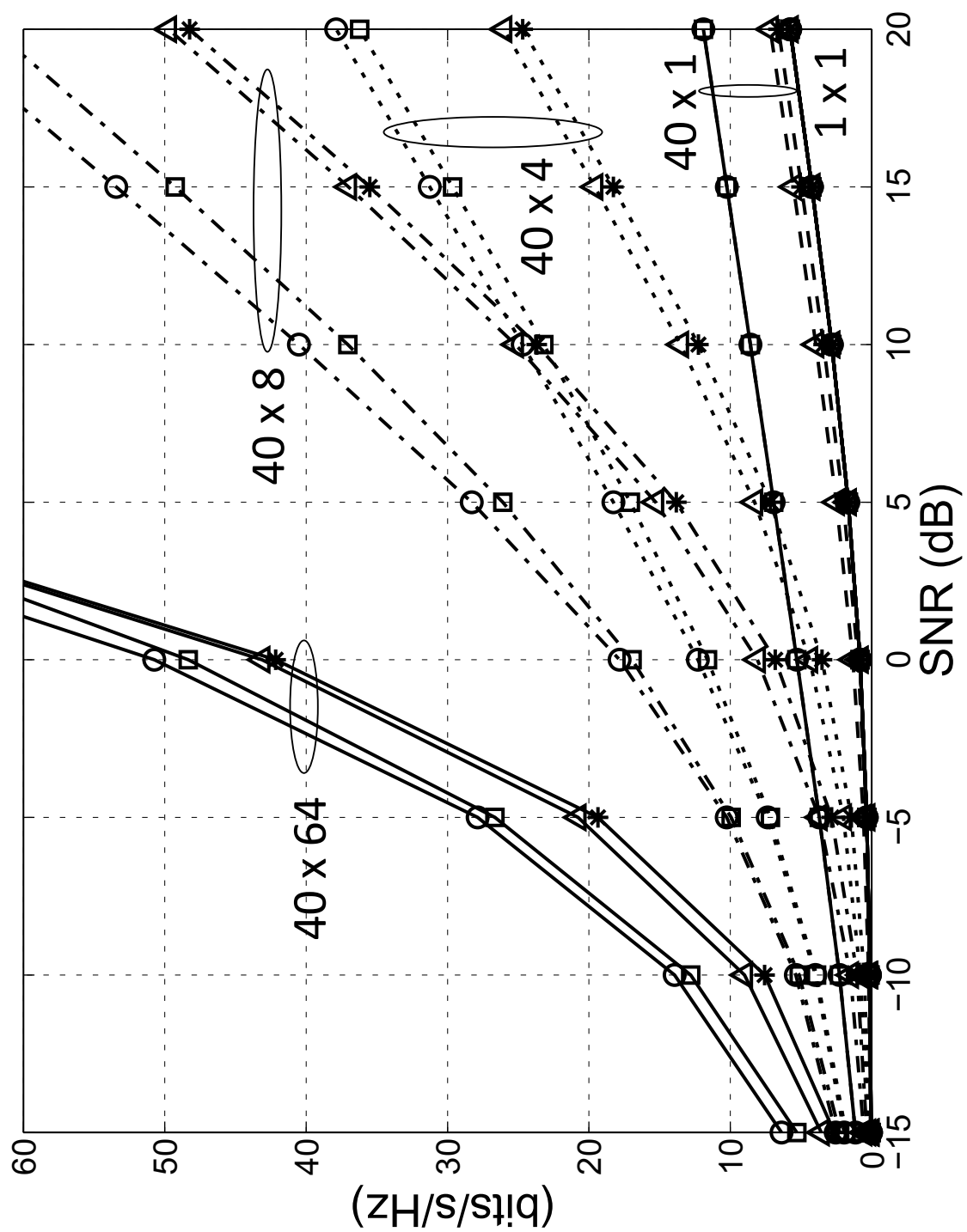


FIG. 4

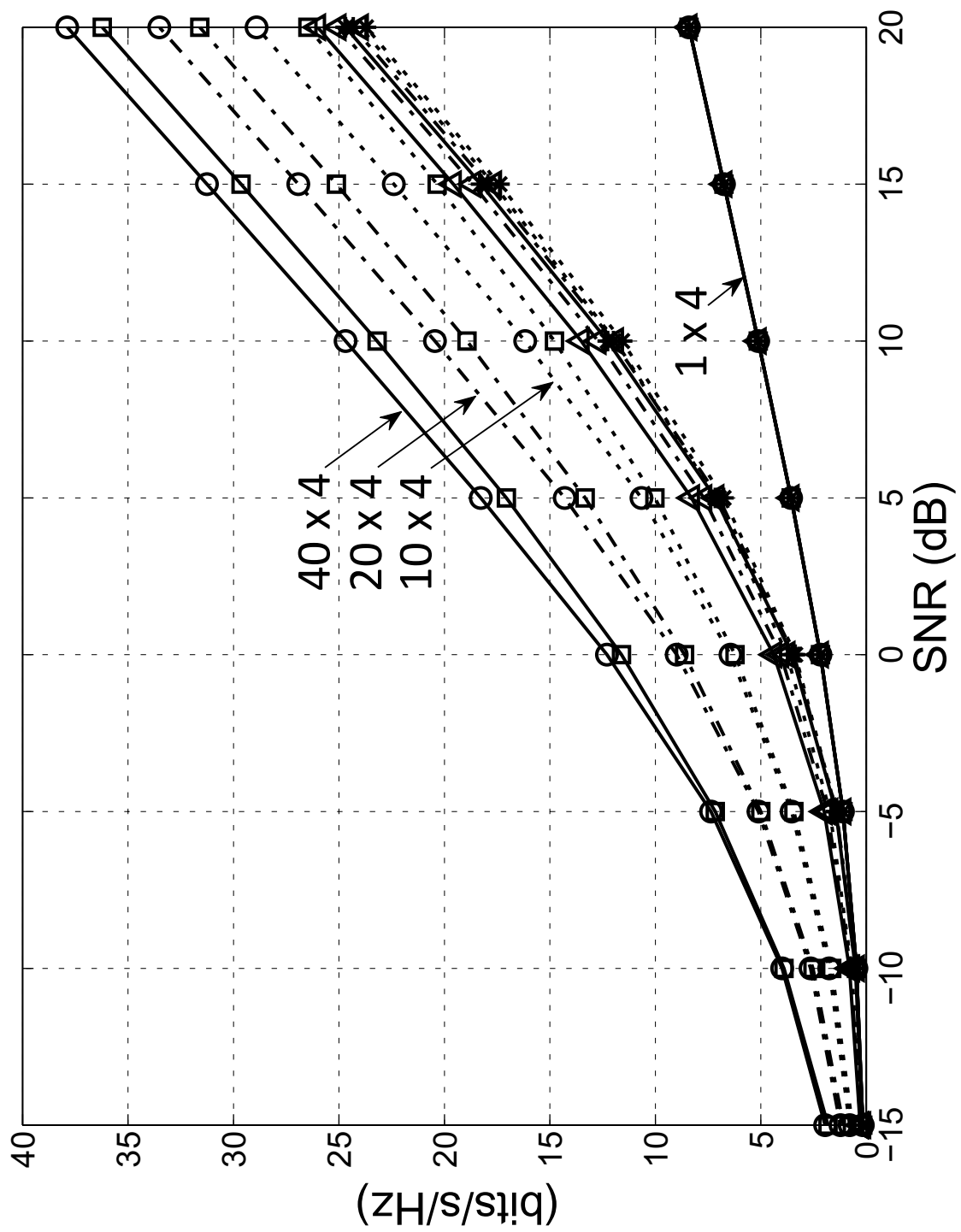


FIG. 5

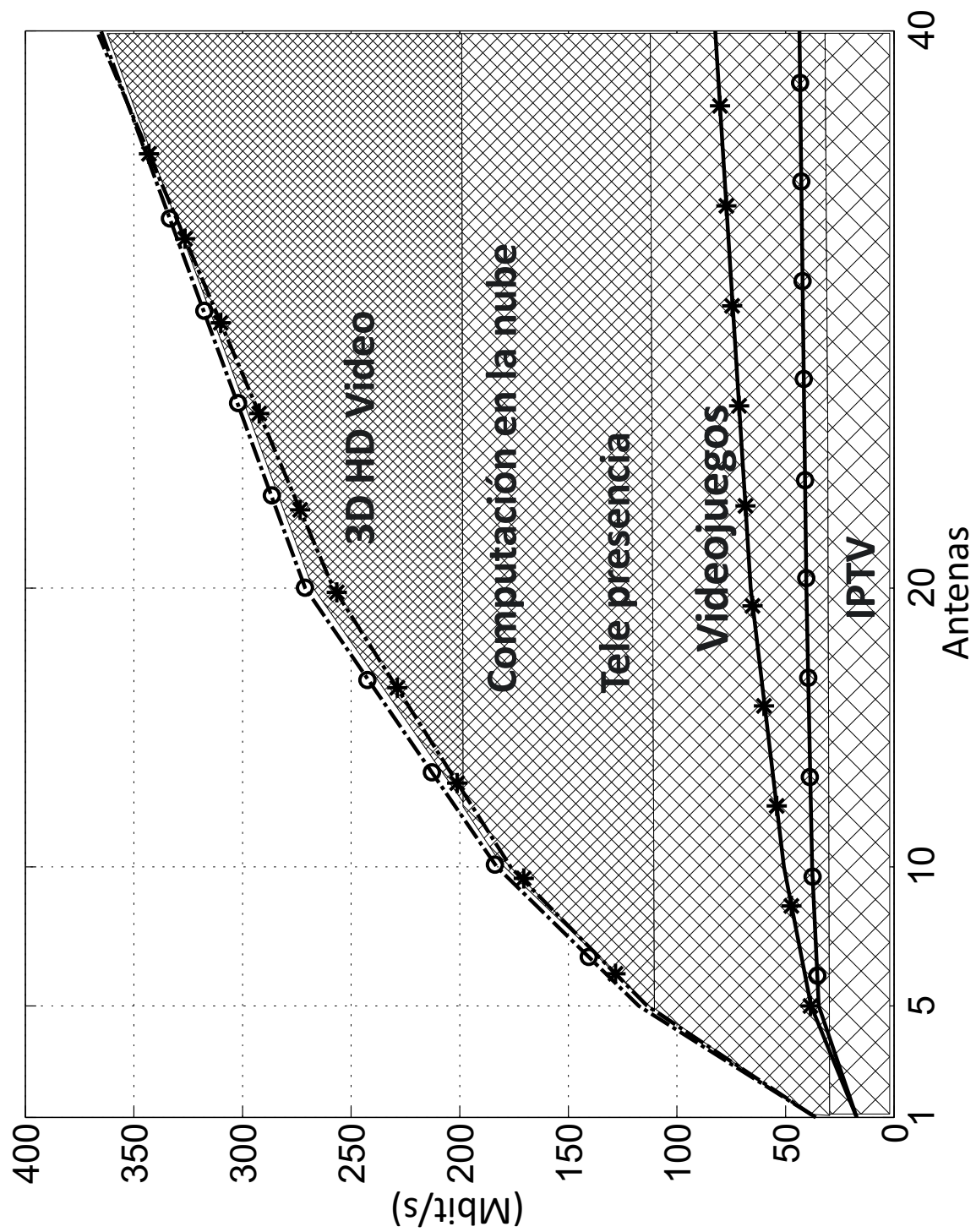


FIG. 6



- ②① N.º solicitud: 201431806
②② Fecha de presentación de la solicitud: 09.12.2014
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **H04W84/12** (2009.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	MACKOWIAK MICHAL et al. MIMO channel analysis in the context of body area networks. 2014 11th International Symposium on Wireless Communications Systems (ISWCS), 20140826 IEEE 26.08.2014 VOL: Págs: 470-474 Doi: doi:10.1109/ISWCS.2014.6933399, Apartados I. Introduction y apartado II. Transmit Antenna Selection in the MIMO Channel for BAN Systems.	1-10,12-14
Y		11
X	YUEHUI OUYANG et al. Body-Worn Distributed MIMO System. IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY, 20090501 IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US 01.05.2009 VOL: 58 No: 4 Págs: 1752-1765 ISSN 0018-9545. Apartado I. Introducción.	1-14
A	ABBOSH AYMAN I et al. Flexible CPW-IFA antenna array with reduced mutual coupling. 2013 IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium (APSURSI), 20140706 IEEE 06.07.2014 VOL: Págs: 1716-1717 ISSN 1522-3965 ISBN 978-1-4799-3538-3; ISBN 1-4799-3538-7 Doi: doi:10.1109/APS.2014.6905184.	1,7
A	SERRANO R et al. Small antenna fundamentals and technologies: Future trends. Antennas and Propagation, 2006. EuCAP 2006. First European Conference on, 20061106 IEEE, Piscataway, NJ, USA 06.11.2006 VOL: Págs: 1-7 ISBN 978-92-9092-937-6; ISBN 92-9092-937-5 Hristos T Anastassiou	1,7
Y	US 2003192102 A1 (MARMAROPOULOS GEORGE et al.) 16.10.2003, párrafos [0005-0007].	11

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
27.11.2015

Examinador
M. L. Álvarez Moreno

Página
1/6

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H04W

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, Inspec

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 27.11.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-14	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-14	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	MACKOWIAK MICHAL et al. MIMO channel analysis in the context of body area networks. 2014 11th International Symposium on Wireless Communications Systems (ISWCS), 20140826 IEEE 26.08.2014 VOL: Págs: 470-474 Doi: doi:10.1109/ISWCS.2014.6933399, Apartados I. Introduction y apartado II. Transmit Antenna Selection in the MIMO Channel for BAN Systems	26.08.2014
D02	YUEHUI OUYANG et al. Body-Worn Distributed MIMO System. IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY, 20090501 IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US 01.05.2009 VOL: 58 No: 4 Págs: 1752-1765 ISSN 0018-9545. Apartado I. Introducción.	01.05.2009
D03	ABBOSH AYMAN I et al. Flexible CPW-IFA antenna array with reduced mutual coupling. 2013 IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium (APSURSI), 20140706 IEEE 06.07.2014 VOL: Págs: 1716-1717 ISSN 1522-3965 ISBN 978-1-4799-3538-3; ISBN 1-4799-3538-7 Doi: doi:10.1109/APS.2014.6905184	06.07.2014
D04	SERRANO R et al. Small antenna fundamentals and technologies: Future trends. Antennas and Propagation, 2006. EuCAP 2006. First European Conference on, 20061106 IEEE, Piscataway, NJ, USA 06.11.2006 VOL: Págs: 1-7 ISBN 978-92-9092-937-6; ISBN 92-9092-937-5 Hristos T Anastassi	06.11.2006
D05	US 2003192102 A1 (MARMAROPOULOS GEORGE et al.)	16.10.2003

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

D01 y D02 se consideran los documentos más cercanos a la solicitud en estudio.

El documento D01 (apartado I. Introduction) muestra que ya es conocida la utilización de prendas de vestir (redes BAN - Body Area Network) para mejorar las comunicaciones. Indica que en muchas situaciones la calidad del enlace entre un terminal móvil y la red es baja y sugiere que esta conexión puede mejorarse mediante el despliegue de múltiples antenas en el cuerpo y la utilización de técnicas MIMO. También muestra que es bien conocido que las técnicas MIMO se encuentran limitadas por el tamaño físico de los dispositivos inalámbricos pero que con la incorporación de antenas distribuidas espacialmente en las ropas del usuario se pueden añadir grados de libertad. La distancia entre las antenas debe ser la mínima requerida por los algoritmos MIMO que se vayan a utilizar. Concluye que es posible la utilización de chaquetas inteligentes equipadas con múltiples antenas transmisoras que cooperen con el terminal móvil para mejorar el enlace con una estación base remota. D01 también indica (apartado II. Transmit Antenna Selection in the MIMO Channel for BAN Systems, segundo párrafo) que las soluciones MIMO se llevan estudiando por muchos años y para el análisis de la capacidad del canal asumen unos parámetros de correlación entre las antenas nulos o pequeños que serían la consecuencia de la distancia entre ellas. Lo anterior muestra de forma clara que es conocida la dependencia existente entre la distancia relativa de unas antenas y la correlación entre las mismas.

D02 muestra la utilización de un sistema de antenas sobre prendas de vestir que usando técnicas MIMO incrementa la capacidad del enlace. D02 (apartado I. Introducción) indica de forma expresa que existen estudios previos que ya han demostrado que la capacidad de un sistema MIMO depende de diversos parámetros como por ejemplo el número de antenas, la apertura del array o la separación entre elementos. El parámetro de correlación se ve también afectado por la separación entre las antenas. Muestra que es conocida la utilización tanto de diversidad espacial como diversidad en el patrón de radiación (p.ej. ortogonalidad) para optimizar la capacidad del enlace. D02 realiza el modelado de este tipo de sistemas tomando en consideración diferentes factores, algunos específicos de la localización de las antenas en la ropa (p. ej. el movimiento de las prendas) y otros típicos en todo sistema de radiación (p.ej. correlación de las señales, acoplo mutuo entre antenas...). D02 (apartado II.A Introduction to Electrotextile Patch Antennas, último párrafo) utiliza antenas tipo parche e indica que los componentes del sistema transceptor tienen unas dimensiones reducidas adecuadas para su incorporación en prendas de vestir.

Para analizar las reivindicaciones se va a tomar como base el documento D01 y se va a utilizar la misma terminología empleada por el solicitante.

Reivindicación independiente de procedimiento 1

De la lectura del documento D01 se derivan las siguientes acciones definidas en la reivindicación 1:

- a) determinar una distribución espacial para un conjunto de antenas, ubicadas sobre una prenda de vestir, en función de unos parámetros correlación espacial de cada una de las antenas; (D01 apartado II. Transmit Antenna Selection in the MIMO Channel for BAN Systems, segundo párrafo)
- b) establecer un canal MIMO utilizando el conjunto de antenas distribuidas espacialmente sobre la prenda de vestir de acuerdo al paso a); (D01 apartado I. Introduction)
- c) conectar el terminal móvil y la estación base a través del canal MIMO establecido en el paso b). (apartado I. Introduction)

D01 no muestra de forma expresa la toma en consideración del parámetro de acoplo mutuo pero, como puede verse en cualquiera de los documentos D02 (apartado I. Introduction), D03 (apartado I. Introduction) o D04 (apartado 5. Growing Technologies), cualquier sistema MIMO toma en consideración este parámetro. La reivindicación no define características particulares de la invención relacionadas con el análisis, procesamiento u obtención del parámetro de acoplo mutuo que puedan contribuir a conferir actividad inventiva.

La reivindicación 1 no cumple el requisito de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes.

Reivindicaciones dependientes 2 a 6

D01 (apartado II. Transmit Antenna Selection in the MIMO Channel for BAN Systems, último párrafo) ya muestra la posibilidad de aplicar un esquema de precodificación en función de cual sea la solución de transmisión considerada. De igual forma D01 (apartado III. BAN Channel Modelling) también muestra que para realizar el modelado del canal de propagación estudiado se deben considerar todos los aspectos que pueden influir en el mismo (p.ej. cualquier movimiento del cuerpo, exposición a los campos electromagnéticos, posición de la antena, patrón de radiación...).

Las reivindicaciones dependientes 2 a 6 no definen etapas particulares de la invención sino que muestran la finalidad deseada: determinar ciertos parámetros (correlación, acoplo mutuo y radiación) en función de distintas consideraciones de diseño (deseo de obtener un canal MIMO ortogonal, utilización de capacidad simétrica en ambos enlaces, toma en consideración de los movimientos de las prendas o conseguir una radiación trasera lo más baja posible). No se definen las consideraciones técnicas propias de la invención que permitan la determinación de dichos parámetros resolviendo un problema técnico. No se definen características que puedan contribuir a conferir actividad inventiva.

Las reivindicaciones 2 a 6 no cumplen el requisito de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes.

Reivindicación independiente de sistema 7

La reivindicación 7 viene definida por disponer de los medios apropiados (antenas) para llevar a cabo las acciones ya definidas en la reivindicación 1. Se aplican las mismas consideraciones ya indicadas en dicha reivindicación 1.

La reivindicación 7 no cumple el requisito de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes.

Reivindicación dependiente 8

La reivindicación 8 se encuentra definida por la finalidad deseada (determinación de unos parámetros específicos para obtener un canal MIMO ortogonal) pero no define cuáles son las características particulares del sistema de la invención que consiguieran dicha finalidad y que puedan contribuir a conferir actividad inventiva a la reivindicación.

La reivindicación 8 no cumple el requisito de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes.

Reivindicación dependiente 9

D01 (apartado I. Introduction; figura 1) no especifica las dimensiones de los componentes pero sí muestra que su tamaño es el apropiado (pequeño) para poder ser incorporados en prendas de vestir.

La reivindicación 9 se encuentra definida por la finalidad (componentes con características adecuadas para ser incorporados en prendas de vestir) sin definir características particulares del conjunto de componentes propios de la invención que puedan contribuir a conferir actividad inventiva a la misma.

La reivindicación 9 no cumple el requisito de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes.

Reivindicación dependiente 10

El documento D01 (apartado II.B Simulation Scenarios, primer párrafo) ya muestra que se utiliza una antena de tipo parche.

La reivindicación 10 no cumple el requisito de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes.

Reivindicación dependiente 11

D05 (párrafos 0005-0007) ya muestra que una forma de prevenir la radiación de las antenas hacia el interior consiste en la incorporación de una capa aislante interior.

La reivindicación 11 no define características particulares de la capa aislante utilizada o de la forma de incorporación a la prenda que puedan contribuir a conferir actividad inventiva a la invención. La reivindicación 11 no cumple el requisito de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes.

Reivindicación dependiente 12

D01 (apartado II. Transmit Antenna Selection in the MIMO Channel for BAN Systems) ya muestra la posibilidad de aplicar un esquema de precodificación en función de la solución de transmisión considerada, lo que implica la utilización de los medios de procesamiento apropiados para aplicarlo.

La reivindicación 12 no define características particulares del módulo de procesamiento que puedan contribuir a conferir actividad inventiva.

La reivindicación 12 no cumple el requisito de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes.

Reivindicación dependiente 13

D01 (apartado I. Introduction, tercer párrafo) que la prenda de vestir donde se pueden incorporar las antenas es una chaqueta.

La reivindicación 13 no cumple el requisito de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes.

Reivindicación independiente de programa informático 14

Al estar definida por ejecutar las etapas del método de las reivindicaciones 1 a 6 se aplican las mismas consideraciones.

La reivindicación 14 no cumple el requisito de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes.