



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 422**

51 Int. Cl.:
G01R 31/00 (2006.01)
G01R 29/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01910282 .1**
96 Fecha de presentación : **26.02.2001**
97 Número de publicación de la solicitud: **1269203**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.01.2003**

54 Título: **Método para medir las prestaciones de antenas, teléfonos móviles y otros terminales inalámbricos.**

30 Prioridad: **31.03.2000 SE 0001158**
23.08.2000 SE 0002980

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.08.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.08.2011

73 Titular/es: **BLUETEST AB.**
Gotaverksgatan 1
417 55 Göteborg, SE

72 Inventor/es: **Kildal, Per-Simon**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 363 422 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 medir las prestaciones de antenas, teléfonos móviles y otros terminales inalámbricos.

Antecedentes de la invención

- 5 La telefonía móvil e inalámbrica ha crecido enormemente en los últimos años, y se espera que continúe creciendo en todo el mundo. Además, cada vez se añaden más servicios, tales como el acceso a Internet. En un sistema de comunicaciones móviles, los teléfonos móviles son terminales, y la red está formada por la conexión inalámbrica de cada terminal a la estación base fija más próxima, donde las estaciones base se conectan juntas con otras estaciones base en una red fija. En los años próximos se verá también un rápido crecimiento de los enlaces de microondas de corto alcance, como los sistemas Bluetooth. En un sistema Bluetooth, dos terminales, que están situados con una separación de hasta 100 metros, se comunican directamente entre sí.

- 15 Los sistemas Bluetooth y los enlaces similares de comunicaciones inalámbricas de corto alcance están destinados a sustituir a todos los cables de señal actuales, por ejemplo, el ratón, el teclado y los cables de señal de un PC, y el de un teléfono móvil. El Bluetooth abrirá también numerosas posibilidades nuevas para localizar sensores, y para transferir señales de los sensores, así como de – y a – unidades de control en máquinas y fábricas.

- 20 Muchos de los terminales mencionados anteriormente están ubicados en un entorno denominado “de trayectoria múltiple”. Esto significa que las ondas electromagnéticas (que se modulan con la señal) tomarán muchas trayectorias simultáneas entre el terminal de transmisión (o estación base) y el terminal de recepción. Estas trayectorias son causadas por reflexiones de objetos como edificios, paredes, árboles, coches y mobiliario, así como de seres humanos y de animales

- 25 Por tanto, las antenas sobre terminales están diseñadas preferiblemente para operaciones en un entorno de trayectorias múltiples. Esto quiere decir que la forma del diagrama de radiación representa un papel de poca importancia. El parámetro más importante de las prestaciones es, para el caso de la transmisión, el rendimiento de la radiación. Cuanto mayor sea el rendimiento de la radiación, mejor, es decir, será mejor que se irradie más potencia de la antena terminal. El rendimiento de la radiación tiene tres contribuciones principales: el rendimiento de la transmisión debido a reflexiones (es decir, desequilibrio) en la puerta de antena, la reducción del rendimiento debida a pérdidas óhmicas en la propia antena, y la reducción de rendimiento debida a pérdidas óhmicas en el entorno externo próximo de la antena. Este entorno próximo puede cambiar dependiendo de cómo se opere la antena o el terminal. Un ejemplo es la pérdida que existe en la cabeza y en la mano durante el funcionamiento de un teléfono móvil. La distribución relativa entre las tres contribuciones al rendimiento de la radiación, así como el propio rendimiento total de la radiación, cambiará con el entorno.

- 30 El rendimiento de la radiación se ha explicado anteriormente para una antena de terminal de transmisión, pero los mismos términos son válidos y útiles para las antenas de recepción, debido a la reciprocidad.

- 35 Tradicionalmente, las prestaciones de radiación de las antenas se miden en exteriores o en cámaras anecoicas. La antena sometida a prueba se monta en una plataforma giratoria en un extremo de la cámara o intervalo de la medida, y existe una torre de antena de transmisión en el extremo opuesto. El diagrama de transmisión se obtiene como la transmisión entre las dos antenas como una función del ángulo de rotación de la plataforma giratoria. Para obtener el rendimiento de la radiación, se necesita medir el diagrama de radiación en todas las direcciones del espacio, e integrar la densidad de potencia recibida para hallar la potencia total irradiada. Con ello se obtendrá entonces el rendimiento de la radiación cuando se compare con la integral de potencia correspondiente de una antena de referencia. Esta configuración tradicional de la medida requiere un equipo caro, mucho trabajo, y el resultado final se obtiene después de un largo procedimiento de medida. Además, los diagramas de radiación medidos no son de mucho interés para las antenas terminales.

- 45 Como ya se ha explicado, el rendimiento de la radiación depende del entorno próximo en el que esté instalada la antena. Por tanto, la antena terminal necesita probarse en dichos entornos; por ejemplo, una antena de teléfono móvil necesita probarse en diferentes posiciones y orientaciones con respecto a la cabeza y la mano de un ser humano. Diferentes antenas terminales se comportarán de forma diferente en entornos diferentes, y una buena antena mantendrá un alto rendimiento de radiación en diferentes entornos. Por tanto, es necesario realizar una gran cantidad de medidas de antenas terminales en diferentes entornos. Esta operación consume tiempo y es cara con las medidas tradicionales de los diagramas de radiación.

- 50 Problemas similares a los anteriormente indicados se plantean cuando se mide la potencia total irradiada de todo el terminal inalámbrico o móvil, tal como de un teléfono móvil. Además, existe un problema conocido con la realización de una estimación rápida, fácil y/o fiable de la absorción de la radiación electromagnética en el cuerpo humano. Esto es importante, debido a los posibles efectos sanitarios, pero también porque la absorción reduce la potencia total irradiada fuera del cuerpo humano que se use para comunicar. En un teléfono móvil, se hace referencia a esta potencia irradiada exterior como la potencia de comunicación telefónica (en adelante TCP o simplemente CP). Esta es la potencia total irradiada por el teléfono, menos la pérdida de potencia en el cuerpo humano. Cuanto mayor sea esta potencia de comunicación (CP), mejor será la operación del teléfono cuando éste se encuentre ubicado en un

entorno donde la señal de la estación base sea baja. El equipo actual que se usa para medir la radiación en el cuerpo humano es muy caro y de utilización laboriosa.

5 El documento DE 198 12 923 A1 divulga un aparato y un método para medir el rendimiento de la radiación de antena o la potencia de comunicación de terminales inalámbricos en los que tanto la antena o el terminal que se van a probar como una antena fija conectada con equipo para pruebas adicional, se colocan dentro de una cámara con paredes reflectoras hacia dentro.

10 El documento titulado " UN MÉTODO PERFECCIONADO PARA LA MEDIDA DEL RENDIMIENTO DE LA RADIACIÓN EN ANTENAS PEQUEÑAS", realizado por JONSTON R.H., MCRORY JG, REVISTA DEL IEEE DE ANTENAS Y PROPAGACIÓN; PISCATAWAY, NJ, USA, 10-01-1998, VOL 40, NR 5, PÁGINAS 40-48, describe un método de medida de antenas en el que la radiación se mide con la ayuda de una antena de referencia.

Objeto y características de la invención

Por tanto, el objeto de la invención es proveer un método para medir las prestaciones de las antenas así como de terminales completos móviles e inalámbricos, que soluciona al menos en parte los problemas planteados en la técnica anterior. La presente invención está dirigida a un método según la reivindicación 1.

15 Más específicamente, el aparato y la instrumentación se configuran para medir el rendimiento de radiación de las antenas o la potencia de comunicación (CP) de terminales móviles e inalámbricos como los de los teléfonos móviles. Comparado, por ejemplo, con un intervalo estándar de medidas de antena, es más barato y requiere mucho menos espacio y esfuerzo. Las medidas se pueden hacer también mucho más deprisa, y la exactitud es elevada.

20 La cámara tiene paredes reflectantes. En esta memoria se usa el término "pared" para describir las paredes laterales, el techo y el suelo. Las paredes reflectantes se proveen más fácilmente con hojas o placas metálicas. Al menos en una de las paredes de la cámara hay una puerta de acceso, que se cierra durante las medidas. La cámara puede tener cualquier forma y tamaño. Normalmente, por razones prácticas, la cámara será rectangular. Otras formas, que son de fácil realización, son las paredes verticales con suelo y techo planos y con una sección transversal horizontal que forma un círculo, una elipse o un polígono.

25 La cámara se excita mediante una antena de transmisión, a la que se hará referencia como antena fija (en adelante AF). Esta antena fija (AF) es una antena pequeña de cualquier clase, preferiblemente ubicada en una esquina de la cámara, y que preferiblemente no dirige su radiación directamente a la parte central de la cámara, donde está situada la antena en prueba (en adelante AEP) y su entorno próximo. La antena fija (AF) excita la cámara con varios modos de cavidad resonante. La cámara es con preferencia suficientemente grande como para soportar varios
30 centenares de modos. Cuanto más modos se exciten, más exacto será el resultado del rendimiento de radiación. La transmisión entre la AF y la AEP, o en el sentido contrario, se mide y preferiblemente se guarda en memoria para varias distribuciones de modos diferentes de la cámara

35 En la descripción anterior, así como en la descripción que sigue, se asume normalmente que la AF es una antena de transmisión, y que la AEP es una antena de recepción. Sin embargo, se podría medir también la potencia de transmisión entre ellas usando la AEP como una antena de transmisión y la AF como una antena de recepción. Los resultados serían los mismos.

La AEP se puede reemplazar también por un terminal completo móvil o inalámbrico tal como un teléfono móvil, al que de ahora en adelante se hará referencia como el terminal en prueba (en adelante TEP). En este caso el TEP es la potencia de transmisión, y se mide la potencia recibida en la antena fija (AF).

40 La antena fija (AF) es preferiblemente un monopolo eléctrico, una antena helicoidal, una antena de parche de microcinta, o un elemento similar que se sujeta a una de las paredes de la cámara

Además, la AF se conecta preferiblemente al conductor central de un conector de cable que se fija al lado exterior de la pared de la cámara de tal manera que su conductor central atraviese un orificio practicado en la pared.

45 Cada modo de la cámara se puede describir como una onda estacionaria debida a ocho ondas que se propagan en diferentes direcciones. Por tanto, varios centenares de modos resonantes representarán un entorno de campo de trayectorias múltiples, con ocho veces más trayectorias múltiples que modos.

50 Con el fin de conseguir una estimación para el rendimiento de radiación, es necesario medir la potencia recibida en la AEP para varios centenares de distribuciones de modos diferentes cuando la potencia de entrada en la AF es constante, y promediar los resultados. Se hace referencia aquí a la relación entre esta potencia media recibida y la potencia de entrada de la AF como la función de transferencia de potencia media de la cámara entre la AF y la AEP. Se hace referencia a ella como una función, porque varía con la frecuencia. Esta función de transferencia de potencia media se compara con la función de transferencia de potencia media cuando se ha reemplazado la AEP por una antena de referencia con un rendimiento de radiación conocido, por ejemplo, un dipolo con pocas pérdidas y una buena adaptación de impedancia. La relación entre las dos funciones de transferencia de potencia media
55 representa entonces una estimación del rendimiento de radiación de la AEP con respecto al rendimiento de

radiación de la antena de referencia. La exactitud de la estimación depende del número de medidas independientes de la potencia transmitida de la AF y de la AEP (que no puede ser mayor que el número total de modos excitados en la cámara durante las medidas). Típicamente, se necesitan más de 100 medidas independientes de la potencia transmitida para conseguir una exactitud mejor que 0,5 dB. La potencia transmitida se mide normalmente por medio de un analizador de red

Con el fin de obtener una estimación para la potencia de comunicación (CP) del TEP es necesario medir la potencia recibida en la antena fija (AF) para varios centenares de modos de distribuciones diferentes, y promediar los resultados. La potencia recibida se mide normalmente en este caso usando un medidor de potencia o preferiblemente un analizador de espectro. La potencia media recibida en la AF es proporcional a la CP del TEP. Se puede hallar la CP dividiendo la potencia media recibida en la AF por la función de transferencia de potencia media de la cámara entre la AF y una antena de referencia de bajas pérdidas con adaptación de impedancia (véase el párrafo anterior). Otra alternativa es comparar la potencia media recibida en la AF cuando se use el TEP con la potencia media recibida en la AF cuando un terminal de referencia con prestaciones conocidas está irradiando dentro de la cámara, por ejemplo, un simulador de estación base con su salida conectada a una antena dipolo de bajas pérdidas y con adaptación de impedancia. En esta última alternativa, se debe conocer la potencia de salida del terminal de referencia, que se puede medir mediante la conexión directa a la entrada del medidor de potencia o del analizador de espectro. Se obtiene una estimación para la potencia de comunicación (CP) del TEP tomando la potencia absoluta de salida del terminal de referencia, multiplicándola por la potencia media recibida del TEP (cuando éste está instalado en la cámara), y dividiéndola por la potencia media recibida del terminal de referencia (cuando éste está ubicado en la cámara). La exactitud de la estimación de la CP depende del número de medidas independientes de la potencia recibida (que no puede ser mayor que el número total de modos excitados en la cámara durante las medidas). Típicamente, son necesarias más de 100 medidas independientes de potencia para conseguir una exactitud mejor que 0,5 dB.

Se pueden obtener las diferentes distribuciones de modo (para el promedio de la potencia recibida) de varias maneras. Es posible rotar o mover la AEP o cualesquiera otros objetos en la cámara, porque la orientación y ubicación de todos los objetos contenidos en la cámara afectarán a la distribución de modos. Para conseguir tantas distribuciones independientes de modos como sea posible, es importante que el objeto, que se mueva o rote, barra la longitud, anchura y altura completas de la cámara. Una manera conveniente de mover un objeto consiste en usar unos medios de impulsión, como un motor paso a paso, que haga girar a un vástago, que esté conectado entre dos paredes opuestas de la cámara, discurriendo a lo largo de la esquina entre las dos otras y las paredes contiguas de la cámara. Cada vástago está provisto preferiblemente de hilos de rosca y de una tuerca, donde se desplaza la tuerca a lo largo del vástago cuando éste rota. Una hoja metálica larga o un perfil o un elemento similar, con preferencia de aproximadamente media longitud de onda de anchura a la frecuencia más baja de operación, se puede sujetar a esta tuerca y ubicarse transversalmente al vástago, de tal manera que proporcione un desplazamiento amplio a través de una de las paredes cuando los medios de impulsión hagan rotar al vástago. También es posible usar dos medios de impulsión, tales como motores paso a paso, cada uno rotando a un vástago con hilos de rosca, que mueva a una hoja metálica o elemento similar. Puede haber también dos motores paso a paso por hoja para mover ambos extremos de la hoja metálica a lo largo de una pared. De ese modo, la hoja metálica cubrirá un volumen mayor durante su movimiento, y por tanto moverá mejor al modo de distribución.

La AEP o el TEP se pueden instalar también en una plataforma dentro de la cámara, que se puede rotar o mover a una serie de posiciones. En este caso, el cable que va desde la AEP hasta el exterior de la cámara se hace pasar preferiblemente a través de una junta giratoria situada en el centro de la plataforma. Las distribuciones de modos en la cámara se moverán rotando o desplazando la plataforma, de tal manera que se pueden obtener más medidas independientes de la potencia transmitida o de la potencia recibida. En consecuencia, mejorará la precisión de la medida. Se hará referencia a las hojas metálicas que se mueven como agitadores de placa, y a la plataforma giratoria como agitador de plataforma. Se obtiene la exactitud óptima rotando la plataforma y moviendo las dos placas. Para cada posición de la plataforma, los agitadores de placa se pueden mover en secuencia o simultáneamente. El movimiento secuencial es el mejor, pero tarda el máximo tiempo. Es posible hacer funcionar los agitadores de placas y de plataforma en secuencias diferentes, tales como un modo rápido para exactitud moderada y un modo lento para buena exactitud del rendimiento de radiación o de la potencia de comunicación (CP) medidos.

Se pueden alterar también las diferentes distribuciones de modos cambiando la frecuencia. Las distribuciones de modos llegan a ser independientes cuando dos frecuencias estén separadas más que aproximadamente el ancho de banda ΔF de las resonancias de la cámara. Estas resonancias se caracterizan normalmente por su valor Q , $Q = f_0 / \Delta F$, donde ΔF es el ancho de banda y f_0 la frecuencia de resonancia. Sin embargo, cuando se promedian la potencia de transmisión o la potencia recibida sobre diferentes frecuencias, también se elimina información sobre la variación de frecuencia del rendimiento de radiación de la AEP y la potencia de comunicación (CP) del TEP. En otras palabras, empeorará la resolución de frecuencia. El promedio de frecuencias se obtiene en la práctica eligiendo un ancho de banda B , de tal manera que la frecuencia promediada en cualquier punto de frecuencia f se obtiene promediando los niveles de potencia medidos sobre una banda B de frecuencias centrada en el punto de frecuencia f .

Según se ha explicado anteriormente, se puede mejorar la precisión de la medida promediando los resultados a diferentes frecuencias, a expensas de un empeoramiento de la resolución de frecuencia del rendimiento de radiación

o de la potencia de comunicación resultantes. La precisión obtenida promediando la frecuencia se puede mejorar significativamente si se eliminan de las muestras de potencia los términos conocidos dependientes de la frecuencia antes de realizar el promedio de las frecuencias. Esto se puede realizar mediante uno o varios métodos de procesamiento que se describen a continuación:

- 5 1) El nivel de potencia transmitida o recibida podría contener un término de error, que se debe a un acoplamiento directo entre la AEP y la AF, o alternativamente entre la antena del TEP y la AF. Este término se caracteriza por ser el mismo para todas las posiciones de los objetos que se mueven. Por tanto, se puede eliminar por el procedimiento siguiente. Se mide la amplitud en número complejo (en adelante amplitud compleja) transmitida o recibida (es decir, amplitud y fase) para cada posición de los objetos que se mueven. Esto se puede hacer fácilmente usando un analizador de red. Las fases de la parte de las muestras de amplitudes complejas recibidas, que se deben a las distribuciones de modos en la cámara, varían uniformemente entre 0 y 360°, mientras que la fase del término erróneo de acoplamiento directo es constante. Por tanto, si se promedian todas las amplitudes complejas recibidas sobre las posiciones de los objetos que se mueven, la amplitud media será una estimación del término de error, y la estimación es mejor cuantas más muestras de amplitudes se tengan. Después de lo anterior, se calcula una estimación mejorada de la potencia promediando (sobre las posiciones de los objetos) el cuadrado de la diferencia entre la muestra de amplitud compleja y la estimación del término de error. Si se usa también una plataforma giratoria o móvil, preferiblemente durante la operación de promediar, se deberían usar diferentes estimaciones del término de error para cada posición de la plataforma. La eliminación descrita del error debido al acoplamiento directo se hace con la máxima facilidad en una configuración de medida con un analizador de red.
- 10
- 15
- 20
- 25 2) En una configuración de medida con analizador de red se dispone de dos puertas: la puerta 1, que es la entrada de la AF, y la puerta 2, que es la puerta de la AEP. Del analizador de red se obtienen los denominados parámetros S de estas dos puertas, que son 3 amplitudes complejas, que por tanto contienen información de fase y de amplitud, y que varían con la frecuencia. Estos parámetros S se denominan S11 (que es el coeficiente de reflexión en la puerta 1), S22 (que es el coeficiente de reflexión en la puerta 2), y S12 (que es el coeficiente de transmisión desde la puerta 1 a la puerta 2). El S21 opuesto es igual al S12. La potencia transmitida, a la que se ha hecho referencia anteriormente, es igual al cuadrado del valor absoluto de S12. Existen variaciones de frecuencia de S12 que se deben al acoplamiento directo mencionado en el párrafo 1 anterior, pero también debidas a variaciones en S11 y S22. Estas variaciones de frecuencia debidas a S11 y S22 se pueden eliminar de la forma siguiente. En primer lugar, se promedian todas las muestras de S11 sobre las diferentes posiciones de los objetos que se mueven, y a ese valor se le denomina $S_{med.1}$. Se actúa de forma correspondiente para S22, y a ese valor medio se le denomina $S_{med.2}$. Los valores $S_{med.1}$ y $S_{med.2}$ representan estimaciones de los coeficientes de reflexión de la AF y de la AEP cuando éstas se encuentran instaladas en "espacio libre". Se calculan las muestras de potencia corregidas por la fórmula siguiente:
- 30
- 35
- $$P12c = |S12|^2 / [(1 - |S_{med.2}|^2)(1 - |S_{med.1}|^2)]$$
- 40 y se promedian sobre toda las posiciones de los objetos capaces de moverse y de rotar. Esta muestra de potencia promediada P12c tendrá una variación de frecuencia mucho menor que $P12 = |S12|^2$, y por tanto se puede promediar en frecuencia con una exactitud mejor. Cuando se calcula el rendimiento de radiación resultante, se debería recordar preferiblemente usar la fórmula de corrección tanto para la AF como para la AEP, y recordar también que los rendimientos de radiación obtenidos son solamente las partes, que son causadas por las pérdidas óhmicas en la antena y en su entorno próximo, puesto que ya se ha eliminado la parte de desequilibrio de las muestras de potencia. Se puede incluir esta última también multiplicando el rendimiento de radiación obtenido por $(1 - |S_{med.2}|^2)$. Esta solución descrita se puede usar también si solamente se corrige para una de entre S11 y S22. Se puede utilizar también en una configuración de medida mediante la que se mida la potencia de comunicación (CP) incluso si luego se usa un analizador de espectro o un medidor de potencia. En ese caso, se necesita conocer o medir el S11 de la AF en una configuración de medida separada que incluya un analizador de red o un equipo similar, y corregir las muestras de potencia por él antes de realizar el promedio de frecuencias.
- 45
- 50
- 55 3) En el método 2 anterior se ha descrito cómo corregir las muestras de potencia con la siguiente fórmula , $P12c = |S12|^2 / [(1 - |S_{med.2}|^2)(1 - |S_{med.1}|^2)]$ y promediarlas sobre todas las posiciones de los objetos que se puedan mover y rotar. Esto resultaba ventajoso, porque P12c tiene una variación de frecuencia mucho menor que $P12 = |S12|^2$. Cuando la cámara esté cargada con un objeto con pérdidas, se sabe también que P12c varía con la frecuencia f de acuerdo con $1/f^2$. Esta dependencia conocida se puede usar con ventaja para realizar un promedio ponderado de P12c con el fin de mejorar todavía más la exactitud..

60 El valor Q de la cámara es esencial. Este se determina por las cargas que representan la AF y la AEP o el TEP, y además por la carga provista por el material con pérdidas en el "entorno próximo" anteriormente indicado (por ejemplo, una "cabeza fantasma"), que se coloca en la cámara junto con la AEP. Cuando se comparan diferentes casos de prueba, tales como la antena de referencia y la AEP, o bien el terminal de referencia y el TEP, es muy

importante que el valor Q de la cámara sea exactamente el mismo. Esto significa que, si se mide una AEP (o un TEP) en un lugar muy próximo a un entorno con pérdidas determinado, se debería medir preferiblemente la antena de referencia (o el terminal de referencia) con el mismo entorno presente en la cámara, pero situado en un lugar tan alejado de la antena de referencia, que su rendimiento de radiación (o potencia irradiada) no sea afectada por ella. Esta mínima distancia requerida está normalmente alrededor de 0,5 longitudes de onda.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, es evidente que el método y el aparato de medida se pueden usar para estimar la radiación electromagnética irradiada en los cuerpos humanos o en otros objetos con pérdidas, que estén instalados en un entorno próximo a la AEP o al TEP. Esto se puede hacer ubicando la AEP o el TEP al lado de, por ejemplo, una cabeza fantasma dentro de la cámara, y midiendo el rendimiento de radiación o la potencia irradiada para esta ubicación. La diferencia entre el resultado para este caso y el resultado para el caso en el que la AEP o el TEP estén instalados a más de 0,5 longitudes de onda de separación de la cabeza fantasma, corresponde a la potencia perdida o bien en la cabeza fantasma o como reflexiones en la puerta de la AEP debida a un desequilibrio. Los dos pérdidas se pueden separar mediante unas medidas convencionales adicionales del coeficiente de reflexión de la AEP usando un analizador de red o un equipo similar, o bien mediante la utilización del valor de $S_{22_{med}}$ descrito anteriormente como el coeficiente de reflexión de "espacio libre". Por ello, se obtiene una estimación rápida y fácil y sorprendentemente fiable de la absorción en la cabeza fantasma. De ese modo se mide también el efecto de la cabeza fantasma sobre la potencia de comunicación (CP) del terminal.

Las medidas en la cámara descrita se pueden perturbar por interferencias debidas a otros usuarios de la misma banda de frecuencias. La cámara es metálica, y por tanto hasta cierto grado está blindada contra dichas interferencias. También es posible poner un interés especial en dicho blindaje. Por ejemplo, la puerta de acceso a la cámara se puede construir con una brida magnética que pueda proporcionar un buen contacto de conducción con una brida magnética similar instalada en la abertura de la cámara. Asimismo, se pueden implementar otros medios de perfeccionamiento del blindaje de la cámara.

Debe resaltarse el hecho de que es posible también medir el rendimiento de radiación de la AEP mediante la utilización de la antena fija (AF) como una antena de referencia. El cuadrado de la parte estadística S_{11s} de la S_{11} medida de la AF, que es S_{11} menos su coeficiente de reflexión determinista "de espacio libre" al que anteriormente se ha hecho referencia como $S_{11_{med}}$, será proporcional al rendimiento de radiación de la AF elevado al cuadrado. De ese modo, el nivel de referencia para calcular el rendimiento de radiación de P_{12c} antes indicado se puede hallar también a partir de un promedio de $P_{12c} = |S_{12}|^2 / [(1 - |S_{22_{med}}|^2)(1 - |S_{11_{med}}|^2)]$ sobre las posiciones de los objetos que se pueden mover y rotar, siempre que la AF no tenga pérdidas. La ventaja de usar la AF como una antena de referencia estriba en que se puede evitar una medida extra de la antena de referencia, y que siempre se estará seguro de que la antena de referencia se haya medido exactamente en las mismas condiciones que la AEP. Cuando se use la AF como una antena de referencia, se necesitará corregir por una ausencia de uniformidad de la densidad de potencia en la cámara cerca de la pared, y por el hecho de que el nivel recibido en una antena cuando ésta se usa también para excitar la cámara es más alto que cuando las antenas de excitación y de recepción son diferentes. Sin embargo, estas correcciones se pueden solucionar con antelación y no cambiarán con la AEP.

Está claro también que se podría reducir la configuración global de la medida para el rendimiento de radiación hasta medir únicamente los coeficientes de reflexión, es decir, no hacer medidas del coeficiente de transmisión S_{12} . Entonces, solamente se necesita tener una antena en la cámara a la vez. No hay necesidad de utilizar la antena fija (AF). El rendimiento de radiación se obtiene midiendo en primer lugar el coeficiente de reflexión S_{22} de la antena de referencia instalada en la cámara, y a continuación se reemplaza la antena de referencia por la AEP y se mide el coeficiente de reflexión S_{22} de la AEP. Finalmente, el rendimiento de radiación elevado al cuadrado se obtiene tomando la relación entre los dos niveles. Antes de realizar esta operación, preferiblemente, y de la misma forma descrita para S_{11} en el párrafo anterior, se debería eliminar el coeficiente de reflexión determinista "de espacio libre" de ambos, y promediar el cuadrado de las partes estadísticas restantes sobre todas las posiciones de los objetos que se pueden mover y rotar. De este modo se consigue una configuración más sencilla, y se evitan problemas con el acoplamiento directo entre la AF y la AEP.

Cuando se mide la CP, no se puede eliminar el error debido al acoplamiento directo entre la antena fija y la antena del TEP. Sin embargo, es un hecho que este error es mayor cuanto más esté cargada la cámara con material con pérdidas. Por tanto, se podría mejorar la precisión de una medida de la CP reduciendo el tamaño de la cabeza fantasma, por ejemplo cortándola en dos mitades y usando una de ellas cada vez.

El alcance adicional de la aplicabilidad de la presente invención resultará aparente a partir de la descripción detallada que se da en la presente memoria a continuación. Sin embargo, debería entenderse que la descripción detallada y los ejemplos específicos se dan solamente a título ilustrativo, dado que el alcance de la invención se define en las reivindicaciones incluidas como apéndice.

Dibujos

La Figura 1 presenta una ilustración esquemática del exterior de un aparato que muestra la cámara con la puerta cerrada.

La Figura 2 presenta una ilustración esquemática del exterior de un aparato que muestra la cámara con la puerta abierta.

Las Figuras 3 a 5 presentan ilustraciones esquemáticas de diferentes ejemplos del aparato mostrando el interior de las cámaras, mientras que las paredes se ilustran como si fuesen invisibles.

- 5 Las Figuras 6 y 7 presentan ilustraciones esquemáticas de más ejemplos del aparato, aparato mostrando el interior de las cámaras, mientras que las paredes se ilustran como si fuesen invisibles.

Las Figuras 8 a 10 presentan ilustraciones esquemáticas de tres ejemplos de la cámara, habiéndose mostrado las cámaras con las puertas cerradas.

Descripción detallada de las Figuras

- 10 A continuación se describe la invención con más detalle. Sin embargo, deberá entenderse que las diferentes características de los ejemplos específicos son, a no ser que se indique lo contrario, intercambiables entre sí. Además, los ejemplos se refieren a la medida de las prestaciones de una antena, o de un terminal móvil o inalámbrico.

- 15 La Figura 1 presenta un aparato para medir las prestaciones de antenas y de terminales móviles o inalámbricos, y específicamente para antenas o terminales destinados a usarse en un entorno de múltiples trayectorias. El aparato comprende una cámara rectangular 1, con una anchura W, una longitud L y una altura H, con una puerta 2. El aparato comprende además una antena fija (en adelante AF) 3 en la forma de una transición de guía de ondas de coaxial a rectangular, y un motor paso a paso 4. La puerta tiene dos empuñaduras para que se pueda levantar fácilmente y retirarse. La AF está montada sobre una placa metálica circular 10, que se ha fijado a la pared de la cámara de tal manera que se pueda rotar alrededor manualmente y fijarse en diferentes orientaciones angulares. Un cable 5 está conectado a la antena en prueba (en adelante AEP) 9 situada dentro de la cámara. La AEP y la AF están conectadas a unos medios analizadores, tales como un instrumento de medida disponible en el comercio, un analizador de espectro o un analizador de red o un equipo similar, para determinar la potencia transmitida entre las antenas. Según se ha mencionado anteriormente, la AEP se podría usar para transmisión o para recepción, y similarmente la AF para recepción o transmisión, respectivamente.
- 20
- 25

- 30 La Figura 2 presenta una cámara rectangular para medir las prestaciones de antenas o de terminales móviles o inalámbricos. La puerta se ha mostrado en su posición abierta. Se puede ver una AEP 9 situada dentro de la cámara sobre una plataforma 11 que puede rotar, así como su objeto 6 de "entorno próximo". En este ejemplo, el objeto de entorno próximo es un cilindro dieléctrico que está lleno de un material con pérdidas con propiedades dieléctricas similares a las del tejido humano. La antena fija 3 (AF) es un monopolo ubicado en la pared y fijado a un conector coaxial sobre la pared exterior. El monopolo podría ser también una antena helicoidal o una antena de parche de microcinta o cualquier otra antena pequeña. La puerta tiene una ventana 12 que está construida con hilos de un material conductor con el fin de proveer reflexión de las ondas y blindaje, pero que todavía permite realizar una inspección visual a través de ella. El compartimiento tiene cuatro motores paso a paso 4.

- 35 La Figura 3 presenta el interior de una cámara rectangular de acuerdo con otro ejemplo. En este caso se usa una estructura 6 en la forma de una cabeza fantasma, y una antena en pruebas (AEP) está montada en un teléfono móvil. El objeto alargado 8 puede girar alrededor de un eje de rotación, dispuesto en un extremo del objeto, con el fin de generar unas distribuciones de campo independientes en la cámara, simulando un entorno de trayectorias múltiples. El otro extremo está acoplado por unos medios de desplazamiento, tales como el tornillo largo 7 que se hace rotar alrededor por unos medios de impulsión, tales como un servomotor o un motor paso a paso 4, y una tuerca sobre este tornillo a la que se sujeta el objeto estrecho alargado 8. Sin embargo, es posible usar otros medios para desplazar el objeto alargado. El objeto estrecho y alargado tiene la forma de una hoja metálica, pero también puede tener otras muchas formas; por ejemplo, es ventajoso darle una forma irregular. El objeto largo y estrecho se mueve a través de la pared de la cámara cuando el motor paso a paso hace rotar el tornillo alrededor de él. El movimiento del objeto alargado se podría realizar intermitentemente entre medidas, o durante una medida, o incluso realizarse continuamente durante una misma medida. Existe una antena fija (AF) 3 en la forma de una antena monopolo. Esta antena está conectada a través de la pared a un conector coaxial sobre el otro lado, y hay un cable conectado a este conector.
- 40
- 45

- 50 La Figura 4 presenta el interior de una cámara rectangular según otro ejemplo. En este caso se usa una estructura próxima 6 en la forma de una cabeza fantasma, y un TEP 9 en la forma de un teléfono móvil está montado en un lugar muy próximo a la cabeza fantasma. El objeto alargado 8 es el mismo que el de la Figura 3, pero hay dos motores paso a paso 4 que pueden moverlo. Además, la cabeza fantasma y el teléfono están ubicados sobre una plataforma 11 que puede rotar, lo cual mejora la precisión de la medida. El teléfono móvil se puede controlar preferiblemente para que irradie su máxima potencia de salida usando un simulador de estación base. Este simulador se puede conectar a una segunda antena fija de la cámara, para permitir la comunicación con el teléfono móvil.
- 55

La Figura 5 presenta el interior de una cámara rectangular de acuerdo con otro ejemplo. Esta cámara tiene cuatro motores de accionamiento 4 y dos objetos estrechos y alargados 6, en donde los objetos alargados se pueden

- 5 mover en diferentes direcciones, y preferiblemente perpendiculares. El TEP 9 es en este ejemplo una antena de terminal sobre el chasis de un teléfono móvil. El entorno próximo 6 es una caja de madera (por ejemplo, simulando una superficie de mesa) sobre la que está ubicado un teléfono con el TEP. La mesa con el teléfono están situados sobre una plataforma 11 que puede rotar como en la Figura 2. El cable 5 está conectado a una junta rotativa 14 en el centro de la plataforma 11.
- 10 Se puede proveer el objeto móvil alargado con una forma de sección transversal irregular, y preferiblemente con una forma de sección transversal que varíe a lo largo de su longitud. Además, la antena fija (AF) podría ser preferiblemente un monopolo eléctrico, una antena helicoidal 3 o un elemento similar, que se sujeta a una de las paredes de la cámara. Además, la AF se conecta preferiblemente al conductor central de un conector de cable (para montaje en panel) en el lado exterior de las paredes.
- 15 La Figura 6 presenta el interior de una cámara rectangular de acuerdo con otro ejemplo . Esta cámara tiene cuatro motores de accionamiento 4 y dos objetos estrechos y alargados 8, en donde los objetos alargados se pueden mover en diferentes direcciones, y preferiblemente perpendiculares. Uno de los objetos alargados está situado en el techo de cámara, para ahorrar espacio. El TEP 9 es en este ejemplo un teléfono móvil.. El entorno próximo 6 es una cabeza fantasma. . El TEP y la cabeza fantasma están situados sobre una plataforma 11 que puede rotar.
- 20 La Figura 7 presenta el interior de una cámara rectangular de acuerdo con otro ejemplo, donde el objeto móvil 8 en su lugar tiene forma de ventilador, y el entorno próximo 6 es un cilindro horizontal.
- Los medios de accionamiento son preferiblemente uno o varios motores de accionamiento, tales como motores paso a paso. Sin embargo, son factibles también otros medios de accionamiento, tales como servomotores o equipos análogos.
- 25 Cuando se usen como mínimo dos objetos móviles 8, se podrían mover simultáneamente. Sin embargo en este caso se prefiere accionarlos en secuencia. Con la máxima preferencia, uno de los objetos móviles se mueve en primer lugar a una primera posición, y después el segundo se mueve a través de varias y preferiblemente todas, posiciones diferentes .A continuación el primer objeto móvil se mueve hasta una segunda posición, y se repite el procedimiento. Es posible también realizar un procedimiento secuencial similar para tres o más objetos móviles. Con dicho procedimiento secuencial, se podría aumentar el número de modos excitados, resultando en una precisión y una exactitud mejores de la medida. Además, se podría reducir el número de posiciones diferentes de los objetos móviles individuales sin una pérdida significativa de precisión.
- 30 Cuando se usen otros objetos móviles en la cámara, tales como una plataforma móvil para la antena en prueba (AEP), dichos objetos móviles se podrían mover en una modalidad secuencial correspondiente.
- Los objetos móviles 8 se podrían disponer en muchas ubicaciones diferentes de la cámara Específicamente, se prefiere instalar al menos uno de los objetos móviles cerca del techo de la cámara, donde normalmente existe un espacio sin utilizar. De ese modo, la anchura y la longitud de la cámara se podrían mantener pequeñas. .
- 35 La Figura 8 muestra una cámara rectangular que tiene una altura H, que es menor, y por ejemplo la mitad , que la altura H y que la longitud L.
- La Figura 9 muestra una forma de cámara alternativa con una sección transversal circular horizontal, y la Figura 10 una forma de cámara alternativa con una sección transversal poligonal.
- 40 La cámara se construye preferiblemente a base de placas metálicas que se unen juntas a lo largo de al menos uno de los lados o esquinas mediante unos perfiles que comprenden unas acanaladuras para recibir los extremos de al menos dos placas metálicas adyacentes. Los perfiles se construyen preferiblemente también de metal, preferiblemente dichos perfiles se disponen entre todas las placas metálicas, y con unos elementos especiales de esquina dispuestos en las esquinas, dotados de acanaladuras para recibir a tres placas metálicas adyacentes. Dichos perfiles se conocían anteriormente, y están disponibles en el comercio. Por tanto, la cámara resulta fácil de fabricar y de armar, y será también posible tener la cámara desarmada durante los transportes y operaciones
- 45 similares, y armarla donde tenga que usarse.
- Además, como mínimo una de las paredes de la cámara comprende preferiblemente una ventana para inspección visual del interior de la cámara durante las medidas. De ese modo, se podría realizar una inspección visual de, en especial, las partes mecánicamente móviles del aparato. La ventana debería construirse de modo que reflejase las ondas electromagnéticas a las frecuencias de la medida. Preferiblemente, las ventanas comprenden una rejilla de hilos conductores, donde al menos dos conjuntos de hilos discurren en direcciones diferentes, y con preferencia
- 50 aproximadamente en direcciones ortogonales.
- La cámara de medida tiene paredes y puertas reflectantes de tal manera que la cámara está blindada hasta cierto punto. Sin embargo, el grado de blindaje no es particularmente elevado en comparación con el que tiene un compartimiento que se denomine blindado. En dicho compartimiento blindado, existirá preferiblemente un contacto
- 55 eléctrico muy bueno en todas las uniones entre paredes, entre las placas metálicas que constituyan las paredes, alrededor de la periferia de las puertas, y en las esquinas. Esto se asegura soldando juntas las uniones o

atornillándolas juntas con unos tornillos separados a muy poca distancia entre sí; y usando unos medios especiales para mantener buen contacto alrededor del reborde de una puerta incluso después de abrirla y cerrarla miles de veces. Se podría realizar también por otros medios, por ejemplo, usando una tela de hilo metálico entre las dos partes. No se necesitan dichos medios para atornillar, soldar y otros medios, que resultan caros, para asegurar un buen contacto eléctrico. El único problema estriba en mantener las fugas de la cámara tan pequeñas que no afecten significativamente al valor Q de la cámara durante la operación. Este valor Q es desde antes no extremadamente alto, porque la cámara está normalmente cargada con material con pérdidas durante la operación.

La eficacia de un blindaje de un compartimiento blindado con paredes absorbentes se caracteriza normalmente en términos de una atenuación de blindaje, que es el nivel negativo en dB recibidos entre dos antenas situadas a 30 cm de la pared en cualquiera de los dos lados de él, más el nivel en dB cuando las antenas están situadas en un espacio libre a una distancia de 60 cm entre sí más el espesor de la pared. La atenuación de blindaje se puede medir si se instalan absorbentes dentro de él (por ejemplo, en el suelo y a lo largo de la pared opuesta) con el fin de eliminar las reflexiones múltiples y luego medir la eficacia de blindaje de cada pared en el tiempo. Un compartimiento blindado de elevadas prestaciones con paredes absorbentes tiene una atenuación de blindaje, en el intervalo comprendido entre 100 MHz y 10 Gz, de 50-100 dB. Las paredes de la cámara de la invención pueden tener una atenuación de blindaje comprendida entre 20 y 40 dB, pero podría existir también un compartimiento blindado de altas prestaciones con el fin de evitar las posibles interferencias de otras fuentes de microondas del exterior de la cámara, tales como teléfonos móviles y antenas de estaciones base.

Todavía más, la cámara podría comprender al menos una rejilla semitransparente de hilos paralelos, o una rejilla de elementos periódicos. Dicha rejilla se podría usar para controlar la distribución de polarización y de elevación para las ondas entrantes. Además, el cable de la AEP se extiende preferiblemente también a través de una de las paredes de la cámara y con preferencia por medio de un conector especial para montaje en pared.

Además, con esta cámara, la antena en prueba (AEP) podría ser una antena adaptable. En esta memoria se entiende por antena adaptable una antena que comprende dos elementos de antena preferiblemente no acoplados (para polarización, diversidad espacial o angular), diseñados para trabajar conjuntamente de tal manera que el sistema de antena, en el que vaya a utilizarse la antena adaptable, elige la señal del elemento que transmita la señal más intensa a -o que reciba la señal más intensa de - la antena en el extremo opuesto del enlace de comunicación, y combina de otras maneras la señal de las dos antenas de un modo óptimo. Cuando se miden antenas adaptables, las puertas de los dos elementos de la antena adaptable se conectan preferiblemente a cables separados que atraviesen la paredes de la cámara, preferiblemente por medio de conectores de cable montados en pared, o por medio de una junta rotativa de doble puerta en el centro de un agitador de plataforma que puede rotar. Además, los dos elementos de la antena adaptable se podrían conectar a un receptor de antena adaptable que elija la señal más intensa de las dos puertas. Cada uno de los dos elementos de la antena adaptable se podría conectar también a detectores de potencia, cuyos niveles de potencia de salida se sumasen en un combinador de potencias y se midiesen, con el fin de medir la diversidad de ganancias directamente en la unidad de medida.

Para diferentes medidas de referencia, se usa preferiblemente una antena de referencia (o un terminal de referencia) con propiedades y prestaciones conocidas. Para la medida de referencia, es posible reemplazar la AEP (o el TEP) por la antena de referencia. (o por el terminal de referencia). Sin embargo, también es posible disponer la antena de referencia (o el terminal de referencia) junto con la AEP (o el TEP) en la cámara. En este caso, se obtienen para la medida los mismos reglajes y las mismas condiciones ambientales independientemente de si se usan para la medida la antena de referencia o la AEP. Por consiguiente, mejoran la fiabilidad y la precisión de las medidas.

Además, los objetos próximos podrían tener cualquier forma o dimensión, y se podrían fabricar de cualquier material reflectante. En particular, la cámara se podría construir tan pequeña que se pudiese transportar a través de una puerta de oficina normal de alrededor de 80 cm de anchura, sin tener que separarse. El número de antenas fijas que se vayan a usar podría ser también más de una, tal como dos e incluso más.

REIVINDICACIONES

1. Un método para medir el rendimiento de radiación de las antenas o la potencia de comunicación de los terminales inalámbricos, que comprende las etapas de colocar al menos dos antenas o terminales de los que uno es la antena o terminal en pruebas (en adelante AEP o TEP) (9), y el otro es una antena o terminal de referencia, o bien juntos o bien uno a la vez en una cámara (1) con paredes reflectantes hacia dentro, y medir cada uno de ellos a la vez cuando, o bien el otro está presente en la cámara pero no se ha activado, o bien el otro no está presente (o los otros no están presentes) en la cámara (1)
- 5 cuyo método comprende además las siguientes etapas a) –c):
- a) en el que, para la determinación del rendimiento de radiación, el rendimiento de radiación de la AEP del TEP (9) se determina a partir del nivel medio de la potencia transmitida, medido entre una antena fija (en adelante AF) (3) y la AEP o el TEP (9), dividido por el nivel medio de la potencia transmitida medido entre la AF (3) y la otra antena de referencia, y multiplicado por el rendimiento de radiación conocido de la antena de referencia, cuando el promedio se ha hecho realizando una serie de medidas sobre varias distribuciones de campo independientes en la cámara (1);
- 10
- b) en el que, para la determinación de la potencia de comunicación, la potencia de comunicación del TEP (9) se determina a partir del nivel medio de la potencia recibida, medido en una antena fija AF (3) cuando el TEP (9) está transmitiendo, dividido por el nivel medio de la potencia recibida, medido en la AF (3) cuando el terminal de referencia está transmitiendo, y multiplicado por la potencia de comunicación conocida del terminal de referencia, en donde el cálculo del promedio se realiza haciendo una serie de medidas sobre varias distribuciones de campo independientes en la cámara (1); y
- 15
- c) en el que, para la determinación de la potencia de comunicación, la potencia de comunicación del TEP (9) se determina a partir del nivel medio de la potencia recibida, medido en una antena fija AF (3) cuando el TEP (9) está transmitiendo, dividido por la función de transferencia de potencia media de la cámara (1) entre la AF (3) y una antena con bajas pérdidas y buena adaptación de impedancia, donde el cálculo del promedio se realiza haciendo una serie de medidas sobre varias distribuciones de campo independientes en la cámara (1).
- 20
2. Un método según la reivindicación 1, en el que el rendimiento de radiación de la AEP (9) se determina a partir de las medidas del coeficiente de reflexión en la puerta de la AEP (9) cuando ésta se encuentra situada en la cámara (1), y cuando estos valores están relacionados con medidas del coeficiente de reflexión de una antena de referencia con un rendimiento de radiación conocido, cuando esta antena de referencia está situada en la cámara (1).
- 30
3. Un método según la reivindicación 2, en el que los valores medidos de los coeficientes de reflexión se procesan de tal manera que se puede eliminar la parte que es debida a las prestaciones de la antena en el denominado "entorno de espacio libre", y la parte estadística restante, se eleva al cuadrado y se promedia sobre todas las posiciones de los objetos móviles y rotativos, y preferiblemente también se promedia sobre un ancho de banda de frecuencia adicional, de tal manera que el rendimiento de radiación se halla relacionando el valor medio resultante para el TEP (9) con el valor medio para la antena de referencia.
- 35
4. Un método según la reivindicación 1, en el que las distribuciones de campo independientes se obtienen moviendo o rotando uno o más objetos dentro de la cámara (1) durante la medición.
5. Un método según la reivindicación 4, en el que como mínimo dos objetos se mueven o se rotan durante la medida de un modo secuencial.
- 40
6. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las distribuciones de campo independientes se obtienen cambiando la frecuencia de tal manera que el promedio de la potencia recibida o de la potencia de transmisión se obtiene promediando tanto sobre los objetos móviles o rotados como sobre una banda de frecuencia determinada.
7. Un método según la reivindicación 6, en el que el cálculo del promedio de las frecuencias se realiza sobre un ancho de banda determinado, después de que se ha eliminado la reducción de la potencia recibida o de la potencia transmitida, que es debida a las reflexiones en la puerta de la AF (3).
- 45
8. Un método según las reivindicaciones 6 ó 7, en el que el cálculo del promedio de las frecuencias se realiza sobre un ancho de banda determinado, después de que se ha eliminado la reducción de la potencia recibida o de la potencia transmitida, que es debida a las reflexiones en la puerta del TEP (9).
- 50
9. Un método según las reivindicaciones 6, 7 ú 8, en el que el cálculo del promedio de las frecuencias se realiza sobre un ancho de banda determinado, después de que se ha eliminado la contribución a la potencia recibida o a la potencia transmitida, que es debida al acoplamiento directo entre la AF (3) y la AEP o el TEP (9).
10. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el terminal en prueba comprende un teléfono móvil o una unidad Bluetooth.

11. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el TEP (9) está montado en un teléfono móvil o en una unidad Bluetooth.
- 5** 12. Un método para estimar la absorción de la radiación electromagnética en los cuerpos, que comprende el método de medida según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, con las etapas adicionales de colocar un cuerpo con pérdidas dentro de la cámara (1), tanto durante las medidas de referencia como durante las medidas de prueba, y obtener la absorción mediante la comparación de una medida cuando la AEP o el TEP (9) están situados muy próximos al cuerpo, con una medida cuando estén situados con una separación con respecto al cuerpo de al menos 0,5 longitudes de onda.
- 10** 13. Un método según la reivindicación 12, en el que el resultado de una medida cuando la AEP o el TEP (9) están situados lejos del cuerpo se estima basándose en datos previamente guardados en memoria.
14. Un método según la reivindicación 13, en el que el cuerpo es una cabeza fantasma humana llena de un líquido que se asemeja a las propiedades dieléctricas de las células grises del cerebro.
- 15** 15. Un método según la reivindicación 14, que incluye además medir el coeficiente de reflexión de una antena como aparece cuando la antena está ubicada en espacio libre, que comprende las etapas de colocar la antena en una cámara (1) con paredes reflectantes hacia dentro, medir el coeficiente de reflexión para varias posiciones diferentes de objetos móviles o rotativos situados dentro de la cámara (1), y promediar los coeficientes de reflexión medidos sobre estas posiciones.
- 20** 16. Un método según la reivindicación 14, que incluye además medir el coeficiente de reflexión de una antena como aparece cuando la antena está situada en espacio libre, que comprende las etapas de colocar la antena en una cámara (1) con paredes reflectantes hacia dentro, medir el coeficiente de reflexión para muchas frecuencias diferentes, y promediar los coeficientes de reflexión medidos sobre una ventana de frecuencias que sea barrida sobre las frecuencias de interés.

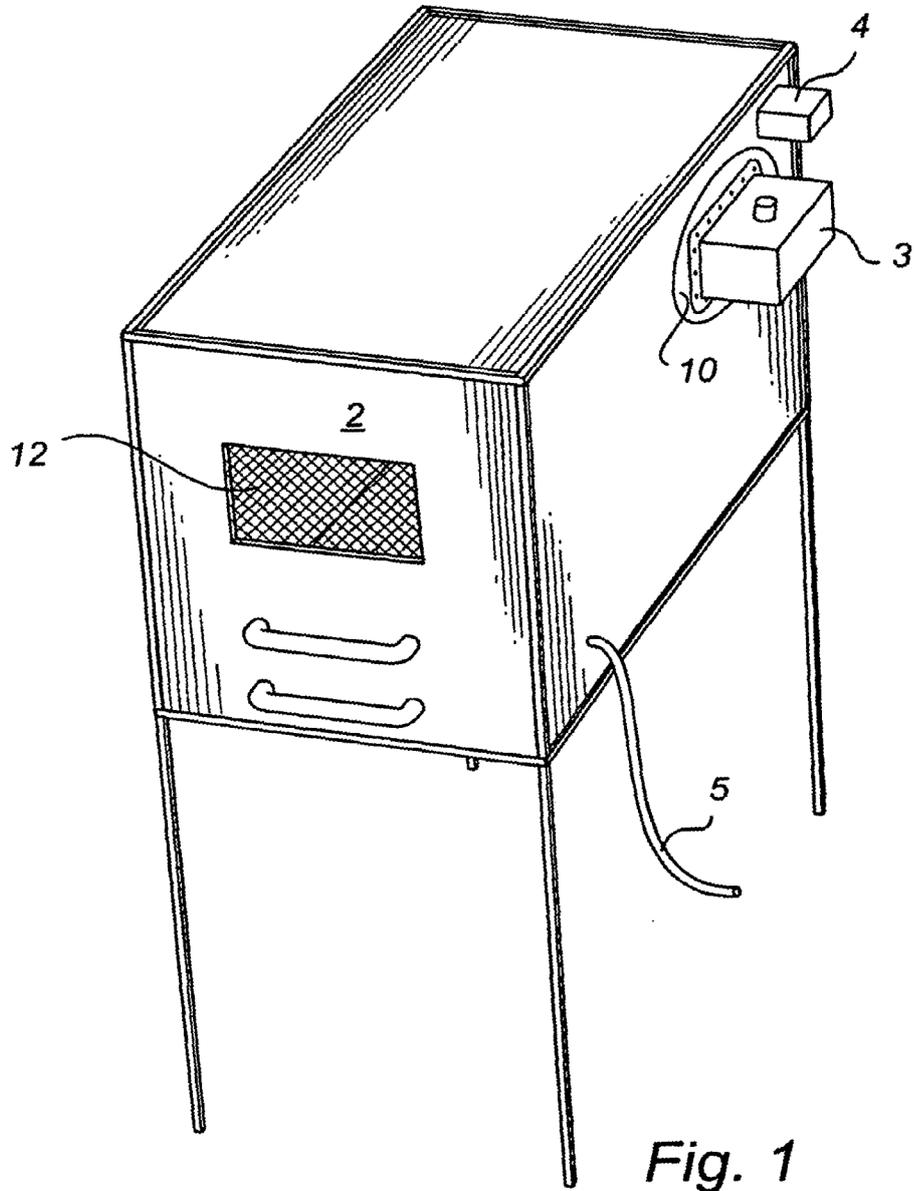


Fig. 1

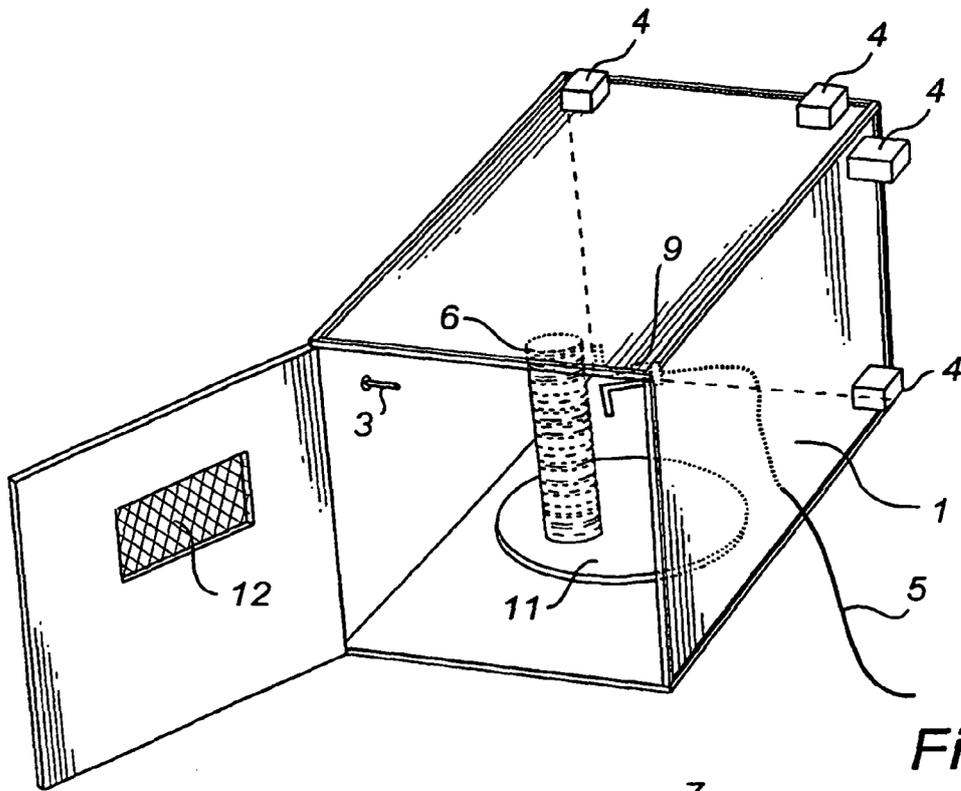


Fig. 2

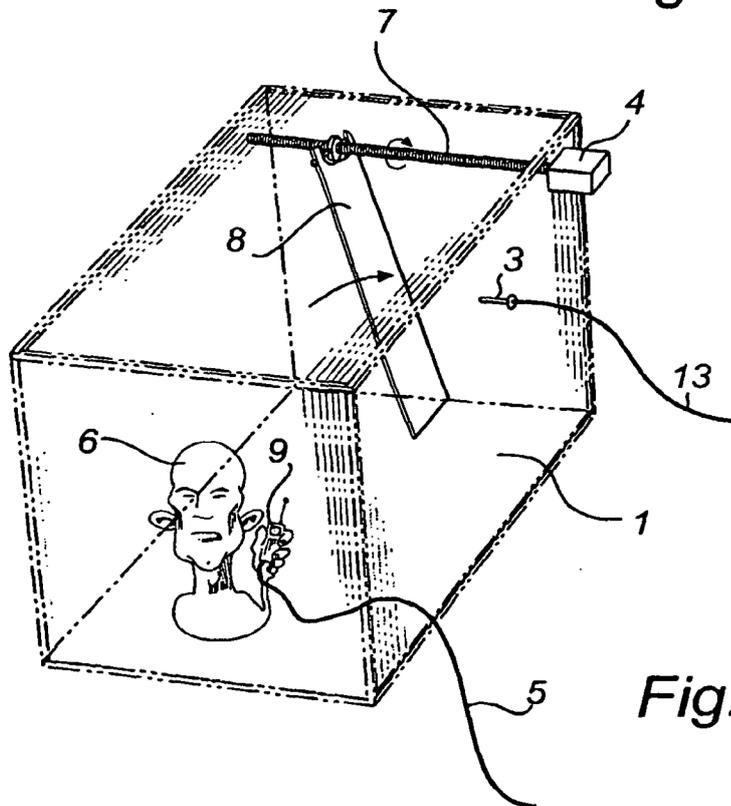
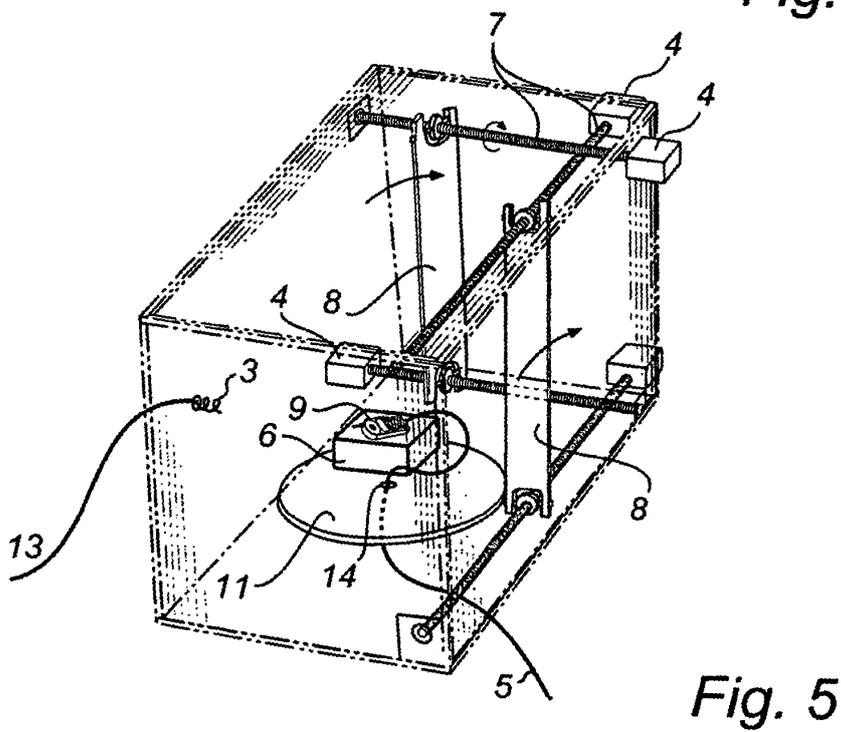
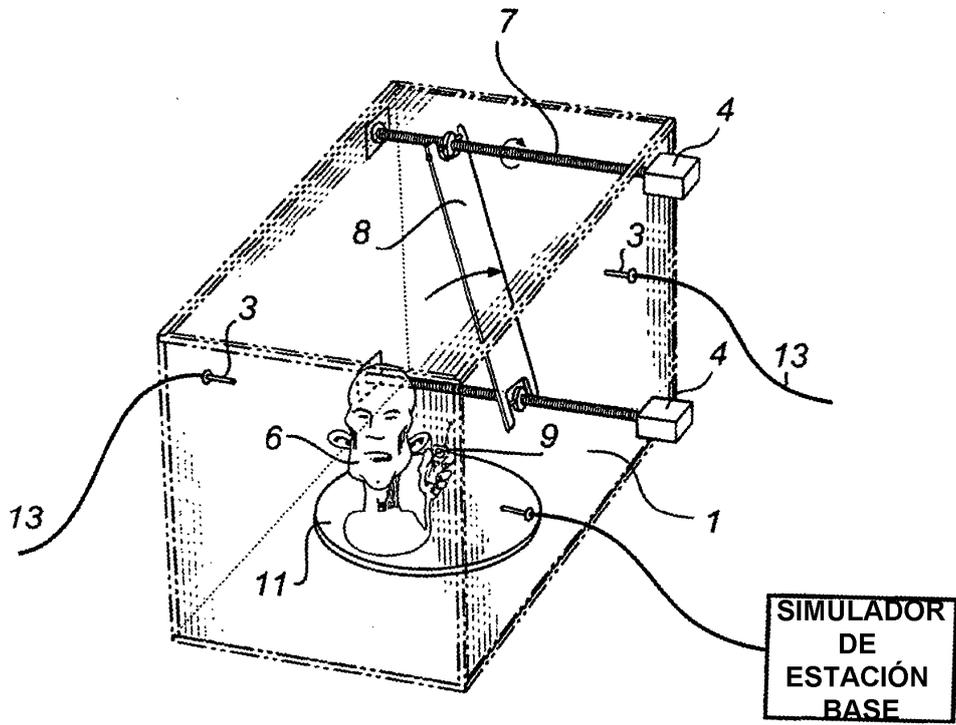


Fig. 3



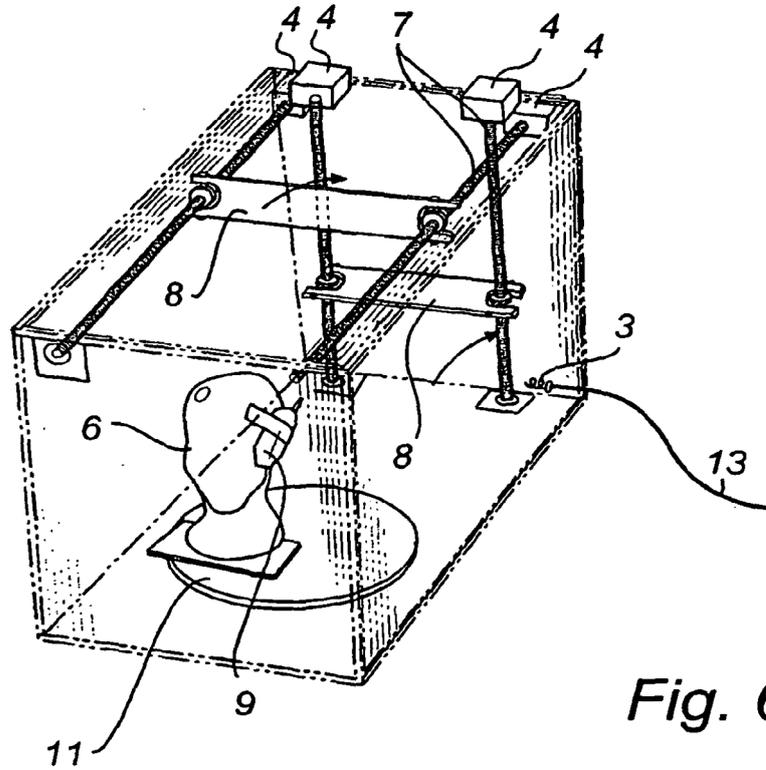


Fig. 6

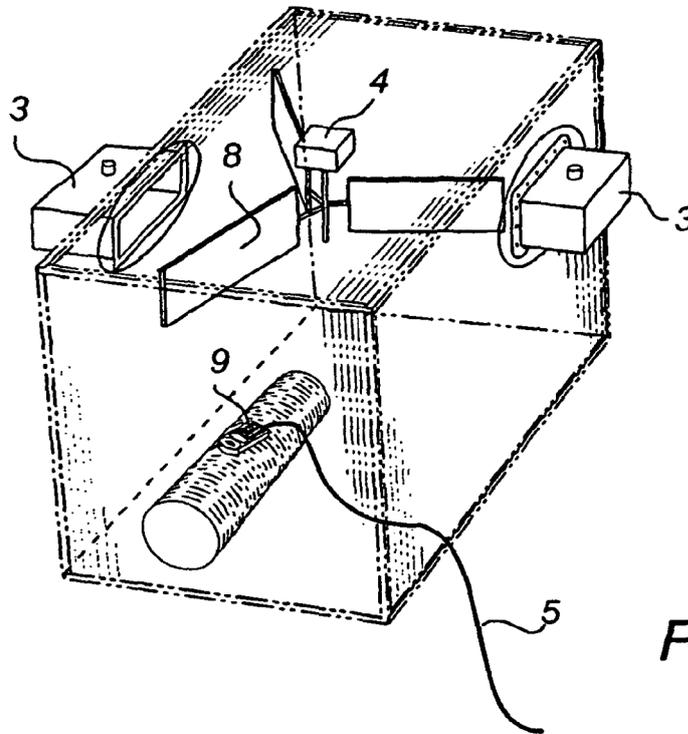


Fig. 7

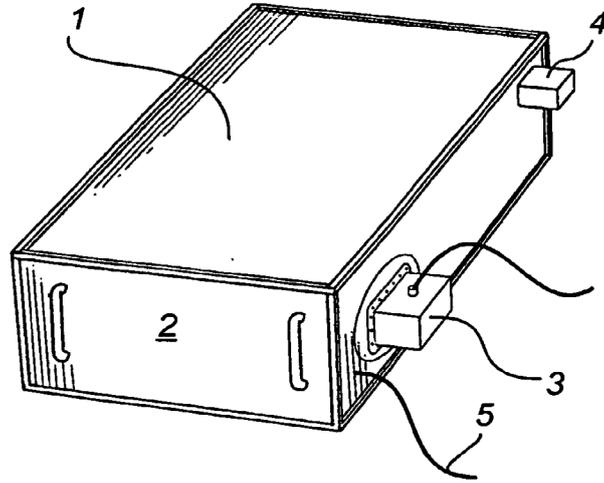


Fig. 8

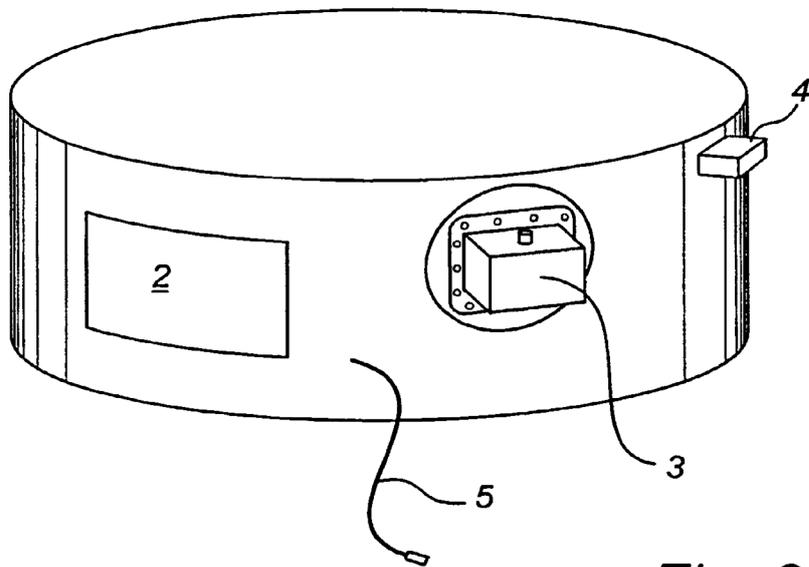


Fig. 9

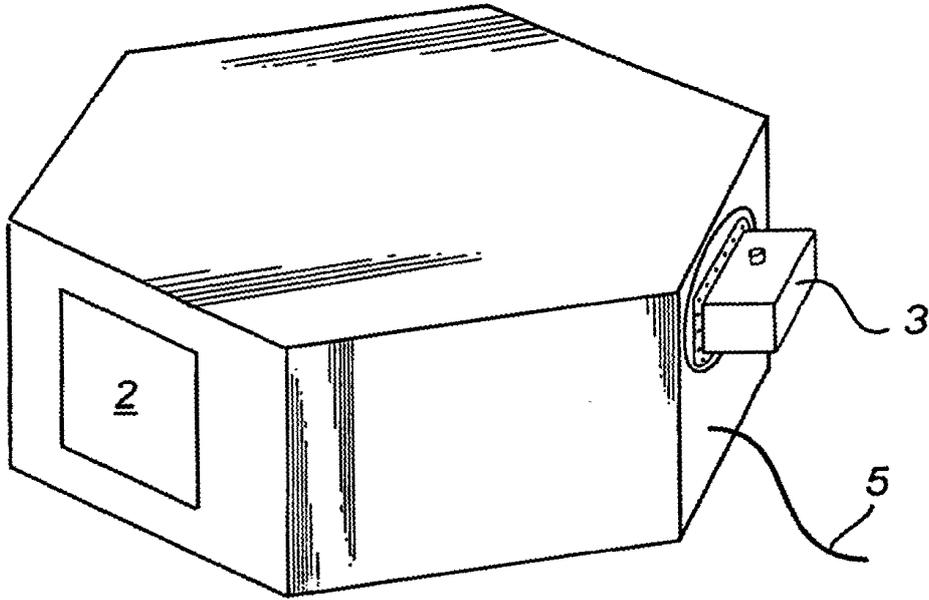


Fig. 10