

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 380 649**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09729837 .6**
- 96 Fecha de presentación: **09.03.2009**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2263334**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **22.12.2010**

54 Título: **Aparato de prueba para probar la calidad de transmisión de un aparato de radio**

30 Prioridad:  
**11.04.2008 DE 102008018385**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**17.05.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**17.05.2012**

73 Titular/es:  
**Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG**  
**Mühdorfstrasse 15**  
**81671 München, DE**

72 Inventor/es:  
**HARTENECK, Moritz**

74 Agente/Representante:  
**Ungría López, Javier**

ES 2 380 649 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**

Aparato de prueba para probar la calidad de transmisión de un aparato de radio

5 La presente invención se refiere a un aparato de prueba para probar un aparato de radio.

Las exigencias continuamente crecientes que se plantean a los aparatos de radio han llevado y llevan a un vertiginoso desarrollo de las normas de radio, es decir, de las normas de transmisión para aparatos de radio. Para obtener tasas de datos cada vez mayores y cuotas de error cada vez menores, las normas de radio se vuelven cada vez más complejas. Por lo tanto, también los aparatos de prueba para probar la transmisión de los aparatos de radio también se vuelven cada vez más complejos.

Un importante desarrollo ha sido y es la transmisión simultánea por varios canales. De esta manera, en los sistemas de radiotransmisión móvil de la 3ª generación, por ejemplo UMTS, varios canales son transmitidos simultáneamente mediante codificación. Los sistemas de radiotransmisión móvil de la 4ª generación (LTE, Long Term Evolution - "Evolución a largo plazo") emplean para ello entre otras cosas procedimientos de multiplexado de frecuencias OFDM / OFDMA - Orthogonal Frequency Division Multiplexing / Orthogonal Frequency Division Multiple Acces - "Multiplexado por división de frecuencia ortogonal / Acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal"). Aquí, los distintos canales son transmitidos paralelamente en numerosas frecuencias portadoras ortogonales entre sí dentro de una anchura de banda fija. Debido a la naturaleza ortogonal de las frecuencias portadoras se obtiene un gran número de frecuencias portadoras que se ubican en el orden de magnitud del millar, pero que sin embargo también se solapan fuertemente.

Un desarrollo adicional consistió y consiste en la posibilidad de adaptar en forma flexible los parámetros de transmisión, tales como, por ejemplo, la potencia de transmisión, el tipo de modulación, la codificación y sobre todo en el OFDM las frecuencias portadoras utilizadas las condiciones de la transmisión de radio, con el fin de optimizar la transmisión en el sentido de lograr una transmisión tan eficiente como sea posible, es decir, libre de errores y de baja potencia al mismo tiempo. Sin embargo, para ello resulta indispensable un reconocimiento de errores fiable y desglosado según parámetros de transmisión. Para que en principio sea posible un reconocimiento de errores, junto a los datos útiles también se transmiten las sumas de verificación para el reconocimiento de errores en los bloques de transmisión.

En el documento de exposición de la patente alemana DE 102005016585 A1 se revela un aparato de prueba para probar aparatos de radiotransmisión móvil de la 3ª generación, que satisface los requerimientos de la creciente complejidad de las normas de transmisión, sobre todo en lo referente a la flexibilización y el paralelismo. Aquí se generan diferentes corrientes de datos con respectivamente juegos diferentes de parámetros de transmisión, siendo transmitidos en segmentos de tiempo sucesivos. El aparato a ser probado evalúa los bloques de transmisión recibidos de esas corrientes de datos y en caso de una transmisión correcta le devuelve al aparato de prueba una señal positiva o, en caso de una transmisión incorrecta, una señal negativa. El aparato de prueba podrá entonces determinar una cuota de error individual mediante el conteo de las señales negativas en relación a todas las señales por cada juego de parámetros de transmisión.

Sin embargo, este método no resulta adecuado para la mayoría de los aparatos de radiotransmisión móvil de la 4ª generación, que utilizan OFDM. La radiotransmisión de señales es perturbada por numerosos efectos dependientes de la frecuencia a lo largo del trayecto de transmisión, tales como fading, interferencia por reflexiones, absorciones, efectos de difracción, etc. La dependencia de estas perturbaciones de la frecuencia es aprovechada, por ejemplo, por LTE, para elegir las frecuencias portadoras de mejor calidad para la comunicación con el aparato de radio y por consiguiente encontrar un juego óptimo de frecuencias portadoras para la transmisión. No obstante, la revelación de patente alemana no prevé ningún método para la prueba individual de diferentes frecuencias.

Para la prueba de condiciones de señal reales, las perturbaciones dependientes de la frecuencia tienen que ser simuladas en la transmisión. Se sabe que las perturbaciones en las radiotransmisiones puede ser simulado mediante una adición externa de ruido, generalmente ruido blanco. En este contexto, con la variación del ruido también se puede variar la intensidad de la perturbación. Sin embargo, el ruido blanco contiene todas las frecuencias en proporciones iguales y por consiguiente no resulta adecuado para simular perturbaciones dependientes de la frecuencia. En particular, cuando la intensidad del ruido debe ser variable para cada señal portadora.

El hecho de generar un ruido que tenga una intensidad determinada en ciertas zonas de frecuencia determinadas, es algo difícil de realizar técnicamente y sobre todo es costoso. Para ello se requiere una compleja conexión en secuencia de filtros de paso alto y bajo, así como una onerosa superposición de los procesos de ruido para frecuencias específicas producidos de esta manera. Una desventaja adicional en este procedimiento es que debido a la pendiente de flancos finita de los filtros y debido a la superposición de las frecuencias portadoras, no es posible ajustar con precisión la zona de frecuencia muy estrecha de una frecuencia portadora individual.

65 Del documento GB 2 440 190 A es conocido el tratamiento de los datos a ser transmitidos de tal manera que correspondan a las condiciones reales de una radiotransmisión. Esto se refiere también a las proporciones de ruido

que son añadidas a la señal que se va a transmitir.

El objetivo de la presente invención consiste en resolver las desventajas previamente descritas del estado actual de la técnica. En tal sentido, el objetivo de la presente invención consiste en crear un aparato de prueba que pueda simular perturbaciones dependientes de la frecuencia en la señal de transmisión y que en consecuencia pueda probar la selección de un número de frecuencias portadoras de mejor calidad por un aparato de radio receptor.

En el aparato de prueba de acuerdo con la presente invención, a través de una instrucción de reproducción fijada en un dispositivo de reproducción en primer lugar se generan varias corrientes parciales de datos a partir de los datos a ser transmitidos. Estas corrientes parciales de datos se modulan para la generación de una transmisión paralela de la información en señales paralelas sobre diferentes frecuencias portadoras. Mientras las señales individuales de las frecuencias portadoras (subportadoras) todavía se encuentran en forma no mezclada, un dispositivo generador de ruido añade en forma selectiva respectivamente una porción de ruido respectivamente una señal de una frecuencia portadora para por lo menos una parte de las señales, a fin de generar perturbaciones dependientes de la frecuencia. Un dispositivo transmisor transmite las señales resultantes de las diferentes frecuencias portadoras, es decir, las señales de las diferentes frecuencias portadoras más la correspondiente porción de ruido añadida respectivamente a dichas señales. Un dispositivo receptor recibe una señal de respuesta devuelta por un aparato de radio a ser probado, la cual es evaluada por un dispositivo analizador.

Con el aparato de prueba de acuerdo con la invención, es conveniente que el aparato a ser probado se someta a la carga de perturbaciones dependientes de la frecuencia similares a las que ocurren con frecuencia en nuestro entorno. Mediante la adición selectiva de las porciones de ruido a las señales que todavía están presentes en forma desglosada según su frecuencia portadora, el ruido dependiente de la frecuencia puede ser simulado de manera fácil y económica, sin necesidad de implementar filtros complejos para generar el ruido dependiente de la frecuencia.

Las reivindicaciones subordinadas se refieren a desarrollos convenientes del aparato de prueba de acuerdo con la invención.

En particular, es conveniente extraer y evaluar la calidad de la transmisión por cada frecuencia portadora a partir de la señal de respuesta mediante el dispositivo analizador. De esta manera se puede probar si el aparato que se quiere probar está devolviendo las señales portadoras correctas, es decir, las más eficientes, en la señal de respuesta enviada al aparato de prueba. De esta manera es posible hacer una estimación realista de la cuota de error o de la calidad del aparato de radio, respectivamente.

Adicionalmente resulta conveniente probar con el aparato de prueba de acuerdo con la presente invención sobre todo aparatos de radio que utilicen la técnica de transmisión OFDM, ya que OFDM plantea una exigencia muy elevada a los aparatos de prueba para la prueba selectiva de frecuencias de los aparatos de radio.

La presente invención se refiere a todos los aparatos de prueba para aparatos de radio que utilicen el procedimiento de multiplexado de frecuencias y sobre todo aquellos que usen OFDM. En este contexto, el campo de aplicación abarca sobre todo la telefonía móvil y todos los aparatos que usen estándares de transmisión de la telefonía móvil, por ejemplo LTE. Pero con el aparato de prueba de acuerdo con la presente invención también se pueden probar otros aparatos de radio que soporten OFDM, por ejemplo en el ámbito de las redes de área local inalámbricas como WiMax, en el ámbito de las redes de área personal como WiMedia / Ecma-368 Standard o en el ámbito de la transmisión terrestre de televisión y radio digital, por ejemplo DVB-T, DVB-H, T-DBM y como EUREKA 147 DAB, Digital Radio Mondiale, HD-Radio, T-DBM.

Un ejemplo de realización de la presente invención será descrito más detalladamente a continuación con referencia a los dibujos, en los cuales:

La Fig. 1 es un ejemplo de realización del aparato de prueba de acuerdo con la invención;

la Fig. 2 es un ejemplo de realización de un patrón de ruido con selectividad de frecuencia.

La Fig. 1 muestra un posible ejemplo de realización del aparato de prueba de acuerdo con la invención. El aparato de pruebas 100 está formado por un dispositivo transmisor OFDM 120, un dispositivo generador de ruido 140, un dispositivo receptor 160, un dispositivo analizador 180 y un dispositivo de salida del resultado 190.

Adicionalmente al aparato de pruebas 100 se representa un aparato de radiotransmisión móvil 150 como aparato de radio, el cual puede recibir señales desde el aparato de pruebas 100 y transmitir una señal de respuesta. En este contexto, un aparato de radiotransmisión móvil 150 abarca a todos los aparatos de radio móviles que utilicen procedimientos de multiplexado de frecuencias (FDM / FDMA) y en particular procedimientos de multiplexado de frecuencias ortogonales (OFDM / OFDMA) y sus respectivos desarrollos para la transmisión.

A continuación se describe un posible ejemplo de realización de un aparato de prueba de acuerdo con la presente invención:

En primer lugar, el aparato de prueba 100 genera datos a ser transmitidos 111. Los datos 111 también pueden ser generados por un generador pseudo-aleatorio, o también pueden estar formados por un juego de datos predeterminado. Alternativamente, los datos también pueden ser importados a través de una interfaz de entrada al aparato de prueba 100. Los datos se encuentran presentes en forma de una corriente de datos, es decir, una

5 secuencia cronológica de bits. Esto también se suele denominar como datos seriales.

El dispositivo de transmisión OFDM 120 paraleliza todos los datos 111 y genera así corrientes de datos parciales. El aparato de prueba 100 en día los mismos sobre diferentes frecuencias portadoras ortogonales. Para ello, los datos seriales 111 son introducidos en el dispositivo de reproducción 121 y allí son divididos en N corrientes de datos

10 parciales paralelas, que respectivamente también están formadas por una secuencia de bits. Esto puede ser llevado a cabo, por ejemplo, mediante la división de la corriente de datos seriales 111 en bloques de datos de longitud L. Alternativamente, también es posible, tal como en el "InterLeaving", distribuirlos bits adyacentes en la corriente de datos seriales 111 entre las N corrientes de datos paralelos para evitar errores en los bloques de datos causalmente correlacionados. Las N corrientes de datos paralelizadas son moduladas mediante un procedimiento de modulación tal como QPSK (Quadrature Phase Shift Keying), QAM (Quadrature Amplitude Modulation), etc., sobre las N

15 frecuencias portadoras. Alternativamente, también es posible utilizar distintos métodos de modulación para diferentes frecuencias portadoras, para adaptarse a las diferencias en la calidad de transmisión. El dispositivo de reproducción 121 envía las N señales portadoras 131, 132, ..., 133 moduladas con las señales de banda base de las corrientes parciales de datos al dispositivo sumador 122, en donde una señal portadora 131, 132, ..., 133 es una

20 señal modulada sobre una frecuencia portadora  $f_l$ , la cual está formada por la correspondiente corriente de datos paralelizada, traducida mediante el correspondiente método de modulación.

Para simular una transmisión de señal realista, es decir, una transmisión realista de todas las señales portadoras 131, 132, ..., 133, las distintas señales portadoras 131, 132, ..., 133 se perturban mediante ruido. En este contexto,

25 un dispositivo generador de ruido 140 puede aplicar a cada señal portadora 131, 132, ..., 133 individualmente un ruido 141, 142, ..., 143 de determinada intensidad. Mediante la adición de porciones de ruido con selectividad de frecuencia sobre las señales portadoras todavía no mezcladas o superpuestas, se simula la diferente calidad de transmisión de diferentes señales portadoras o, respectivamente, sus perturbaciones. El número de frecuencias portadoras perturbadas con ruido puede ubicarse entre 1 y el número N de las frecuencias portadoras.

La respectiva proporción de ruido 141, 142, ..., 143 que es añadida a la respectiva señal portadora 131, 132, ..., 133, es generada por el dispositivo generador de ruido 144. Alternativamente, la respectiva proporción de ruido 141, 142, ..., 143 para la respectiva señal portadora 131, 132, ..., 133 puede ser introducida en el dispositivo generador de

35 ruidos a través de una interfaz desde el exterior del aparato de prueba 100. La información en relación a cuáles señales portadoras son perturbadas con ruido y con qué intensidad ocurre esto, por ejemplo, puede almacenarse de manera permanente en el dispositivo generador de ruido, o alternativamente puede introducirse desde el exterior del aparato de prueba 100 a través de una interfaz. Esta información es enviada para el uso posterior al dispositivo analizador 180.

Las señales portadoras resultantes de la aplicación selectiva de ruido en las señales portadoras 131, 132, ..., 133 son reunidas en el dispositivo sumador 122 para formar una señal. Aquí, las distintas señales portadoras resultantes, que hasta ahora estaban presentes en una representación de frecuencias en el espacio de Fourier, se transformadas al espacio del tiempo. Esto normalmente se lleva a cabo con el algoritmo de la IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) o de la IDFT (Inverse Discrete Fourier Transform). Subsiguientemente, las señales portadoras

45 resultantes en el espacio del tiempo son sumadas para formar una señal de transmisión que se envía al dispositivo transmisor 123. El dispositivo transmisor 123 dispone de una antena 124, con la que se transmite la señal de transmisión consistente de las señales portadoras resultantes de la transformación al espacio del tiempo y la suma de dichas señales portadoras. Alternativamente, el dispositivo transmisor puede disponer de varias antenas 124 y transmitir las diferentes señales portadoras resultantes en el espacio del tiempo, o también enviar sumas parciales de las mismas.

El aparato de radiotransmisión móvil a ser probado 150 recibe la señal de transmisión a través de la antena 154. Después de la extracción de las diferentes señales portadoras 131, 132, ..., 133 desde la señal de transmisión, de acuerdo con el estándar utilizado se produce una señal de respuesta que se transmite de regreso al dispositivo

55 receptor 160 del aparato de prueba 100. En el caso de OFDM, la señal de respuesta debe contener una información sobre la calidad de los datos transmitidos por señal portadora, es decir, la calidad de transmisión por cada frecuencia portadora la información sobre la calidad puede estar presente, por ejemplo, en forma de un CQI (Channel Quality Indicator). Basado en una relación de señal/ruido (SNR; Signal to Noise Ratio) se determina el CQI, en donde para la estimación de la SNR se utilizan señales piloto de una señal de radiotransmisión móvil. Esto se realiza de una manera que en sí es conocida, por lo que se puede prescindir de una descripción detallada. Esta información sobre la calidad se reenvía al aparato de prueba 100 con una señal de respuesta.

El aparato de prueba 100 recibe la señal de respuesta con el dispositivo receptor 160 a través de una antena 164. La antena 164 puede coincidir con la antena 124, aunque el dispositivo receptor 160 por otra parte también puede

65 contener varias antenas, en caso de que se trate de un así llamado sistema de antenas múltiples (MIMO, Multiple Input Multiple Output). Lo mismo, por supuesto, es aplicable también al aparato de radiotransmisión móvil 150. Un

dispositivo no mostrado digitaliza los datos transmitidos a partir de la señal de respuesta y los envía al dispositivo analizador 180.

5 La señal de respuesta es analizada en el dispositivo analizador 180 y mediante una comparación de valor nominal /  
 valor real se obtiene un resultado de prueba. En un primer dispositivo selector 181 se selecciona un número  
 ajustable de canales cualitativamente mejores o, respectivamente, sus correspondientes frecuencias portadoras,  
 basado en la información de la señal de respuesta, para ser almacenado, por ejemplo, con un índice de calidad de  
 canal (CQI, Channel Quality Index). El CQI permite generar una lista con un número de  $k$  canales o frecuencias  
 10 portadoras, respectivamente, en donde las frecuencias portadoras contenidas se clasifican en orden descendente  
 comenzando con la frecuencia portadora que presenta la mejor calidad de transmisión (CQI más alto) y llegando  
 hasta la frecuencia portadora que presenta la  $k$ -mejor calidad de transmisión (CQI <sub>$k$</sub> ). Alternativamente, naturalmente  
 también es posible que las  $k$ -mejores frecuencias portadoras sean almacenadas en orden inverso o que sean  
 almacenadas sin clasificación. Un número  $k$  significa aquí un número entre 1 y la cantidad  $N$  de frecuencias  
 15 portadoras. La información sobre las  $k$ -mejores frecuencias portadoras seleccionadas, p. ej. el CQI, es enviada al  
 dispositivo comparador 183. El primer dispositivo selector 181 también puede estar contenido en el aparato de  
 radiotransmisión móvil, que en ese caso genera directamente una lista basada en los CQIs y la envía al aparato de  
 prueba 100. La unidad receptora 160 en este último caso envía la señal de respuesta digitalizada directamente al  
 dispositivo comparador 183 (indicado mediante una flecha punteada), en lugar de enviarla al dispositivo selector  
 181.

20 Un segundo dispositivo selector 182 calcula de la misma manera que el primer dispositivo selector 181 las  $k$   
 frecuencias portadoras de mejor calidad, por ejemplo el respectivo CQI, basado ahora en la información de la  
 porción de ruido por cada frecuencia porta es un sí a la de él y en la era de una no puede dora originado en el  
 dispositivo generador de ruido 140. Estos CQIs serán denominados en lo siguiente como CQIs nominales, ya que  
 25 son calculados a partir de la información con la que fue simulado el ruido dependiente de la frecuencia para cada  
 frecuencia portadora, de tal manera que es posible determinar las  $k$  frecuencias portadoras de mejor calidad sin  
 errores entre las  $k$  frecuencias portadoras menos perturbadas por ruido. Si para las distintas frecuencias portadoras  
 se usan parámetros de transmisión diferentes, ello tendrá que tomarse en cuenta para el cálculo de los CQIs  
 nominales. De esta manera, por ejemplo, el uso de una modulación de 64-QAM más susceptible a los errores en la  
 30 frecuencia portadora con una menor proporción de ruido puede resultar en una cuota de error mayor que una  
 modulación QSPK relativamente segura en una frecuencia portadora perturbada por ruido. Después del cálculo  
 correcto de los CQIs nominales, los CQIs nominales igualmente son introducidos en el dispositivo comparador 183.

35 El dispositivo comparador 183 con para entonces los CQIs nominales con los respectivos CQIs de la señal de  
 respuesta. El resultado de esta comparación puede consistir en una señal de "verdadero" / "falso", o en lugar del  
 "falso" también se puede especificar más detalladamente la desviación entre los CQIs nominales y los respectivos  
 CQIs de la señal de respuesta. Aquí sería imaginable el número de desviaciones y/o la calidad de las distintas  
 desviaciones, por ejemplo, si el lugar del portador correcto sólo se utilizó el vecino inmediato.

40 El resultado es enviado entonces a un dispositivo de salida del resultado, en donde el resultado, por ejemplo, es  
 visualizado para un usuario en la pantalla de un monitor, o en donde es enviado, por ejemplo, a través de una  
 interfaz a un ordenador para su evaluación adicional. En la Fig. 2 se representa en forma ejemplar un patrón 231 del  
 ruido dependiente de la frecuencia, según es añadido por el dispositivo generador de ruido 140 a las señales  
 portadoras. Aquí se aplica la varianza del ruido 201 sobre la frecuencia  $f$  202. El ancho de banda  $\Delta f$  de la  
 45 transmisión está marcado por el límite de frecuencia inferior 211 y superior 212. El ancho de banda  $\Delta f$  a su vez está  
 dividido en distintas frecuencias portadoras o zonas de frecuencias portadoras 221, las cuales respectivamente son  
 perturbadas con una correspondiente proporción de ruido. Aquí sólo se representa un reducido número de  
 frecuencias portadoras. Con transmisiones OFDM, el número de frecuencias portadoras se sitúa en el orden de  
 magnitud de 1000.

50 El patrón 231 o, respectivamente, la varianza del ruido por frecuencia es igual a cero fuera del ancho de banda  $\Delta f$   
 de la transmisión. La curva, o en este caso la función de escalera 231 muestra la respectiva proporción de ruido de la  
 respectiva señal portadora 221 para al menos una parte de las señales portadoras. En este caso, todas las señales  
 portadoras 221 fueron perturbadas con una porción de ruido. Debido a que las funciones de ponderación  
 55 ortogonales de las frecuencias portadoras se solapan y no son constantes, 231 en realidad no es una función de  
 escalera exacta. La función de escalera 231 es una representación aproximada, idealizada, de las porciones de  
 ruido por frecuencia portadora.

60 En el caso de una aplicación del patrón de ruido 231 en el dispositivo generador de ruido 240, el dispositivo selector  
 241 seleccionaría las frecuencias portadoras marcadas con las flechas 241, 242, 243 como las mejores  
 cualitativamente, debido a que presentan la menor proporción de ruido, es decir, la menor varianza. A éstas  
 seguirían las frecuencias portadoras marcadas con las flechas 244, 245, 246. Esto se puede seguir desarrollando  
 esta manera, hasta que las  $k$  mejores frecuencias portadoras hayan sido seleccionadas. De esta manera es posible  
 65 calcular el respectivo CQI nominal. En el ejemplo aquí descrito se parte de la suposición que los parámetros de  
 transmisión tales como la potencia de transmisión, el tipo de modulación, etc. se seleccionan por igual para todas las  
 frecuencias portadoras, a fin de obtener condiciones iguales para todas las frecuencias portadoras destinadas a la

prueba. El método de prueba puede ser ampliado mediante el uso de diferentes parámetros de transmisión para las diferentes frecuencias portadoras, debiendo tenerse en cuenta este hecho en el cálculo del CQI nominal, debido a que, por ejemplo, una modulación PSK produce substancialmente menos errores de transmisión que una modulación 64-QAM.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato de prueba (100) para la prueba de un aparato de radio (150), presentando:

- 5 un dispositivo de reproducción (121) para la reproducción de la información a ser transmitida;
- un dispositivo generador de ruido (140) para añadir una proporción de ruido (141, 142, ..., 143) a una señal (131, 132, ..., 133) para al menos una parte de las señales;
- un dispositivo transmisor (123);
- 10 un dispositivo receptor (160) para la recepción de una señal de respuesta retornada por reacción del aparato de radio (150); y
- un dispositivo analizador (180) para la evaluación de la señal de respuesta,

**caracterizado por que** el dispositivo de reproducción está configurado para la reproducción de la información a ser transmitida en diferentes señales (131, 132, ..., 133) que se distinguen en lo referente a la frecuencia portadora, así como por que el dispositivo generador de ruido está configurado para añadir respectivamente una porción de ruido selectivamente a respectivamente una señal de una frecuencia portadora, y por que el dispositivo transmisor está configurado para transmitir las resultantes señales perturbadas con ruido y no perturbadas con ruido de las diferentes frecuencias portadoras al aparato de radio (150).

20 2. Un aparato de prueba (100) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el dispositivo analizador (180) está configurado de tal manera que extrae de la señal de respuesta la calidad de la transmisión por cada frecuencia portadora.

25 3. Un aparato de prueba (100) de acuerdo a una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado por que** el dispositivo de análisis (180) presenta un dispositivo selector (181, 182) para seleccionar un número de frecuencias portadoras cualitativamente mejores.

30 4. Un aparato de prueba (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el dispositivo analizador (180) presenta un dispositivo comparador (183), para comparar las frecuencias portadoras cualitativamente mejores extraídas de la señal de respuesta con las frecuencias portadoras cualitativamente mejores que se pueden esperar.

35 5. Un aparato de prueba (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** las frecuencias portadoras cualitativamente mejores a ser esperadas se determinan a partir de las porciones de ruido (141, 142, ..., 143) añadidas a las señales portadoras.

40 6. Un aparato de prueba (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** el dispositivo de reproducción (121) está configurado de tal manera que la información a ser transmitida se reproduce en distintas señales (131, 132, ..., 133) que se diferencian en cuanto a la frecuencia portadora, en donde las frecuencias portadoras de las señales son ortogonales entre sí.

45 7. Un aparato de prueba (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** un dispositivo sumador (122) contenido en el aparato de prueba (100) une las señales de las diferentes frecuencias portadoras antes de la transmisión.

8. Un aparato de prueba (100) de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** el dispositivo sumador (122) transforma al espacio de tiempo las resultantes señales perturbadas con ruido y no perturbadas con ruido, respectivamente, mediante una transformación de Fourier inversa y suma los resultados de esas transformaciones.

50 9. Un aparato de prueba (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** la porción de ruido respectivamente añadida a la respectiva señal (131, 132, ..., 133) de una frecuencia portadora es un ruido blanco.

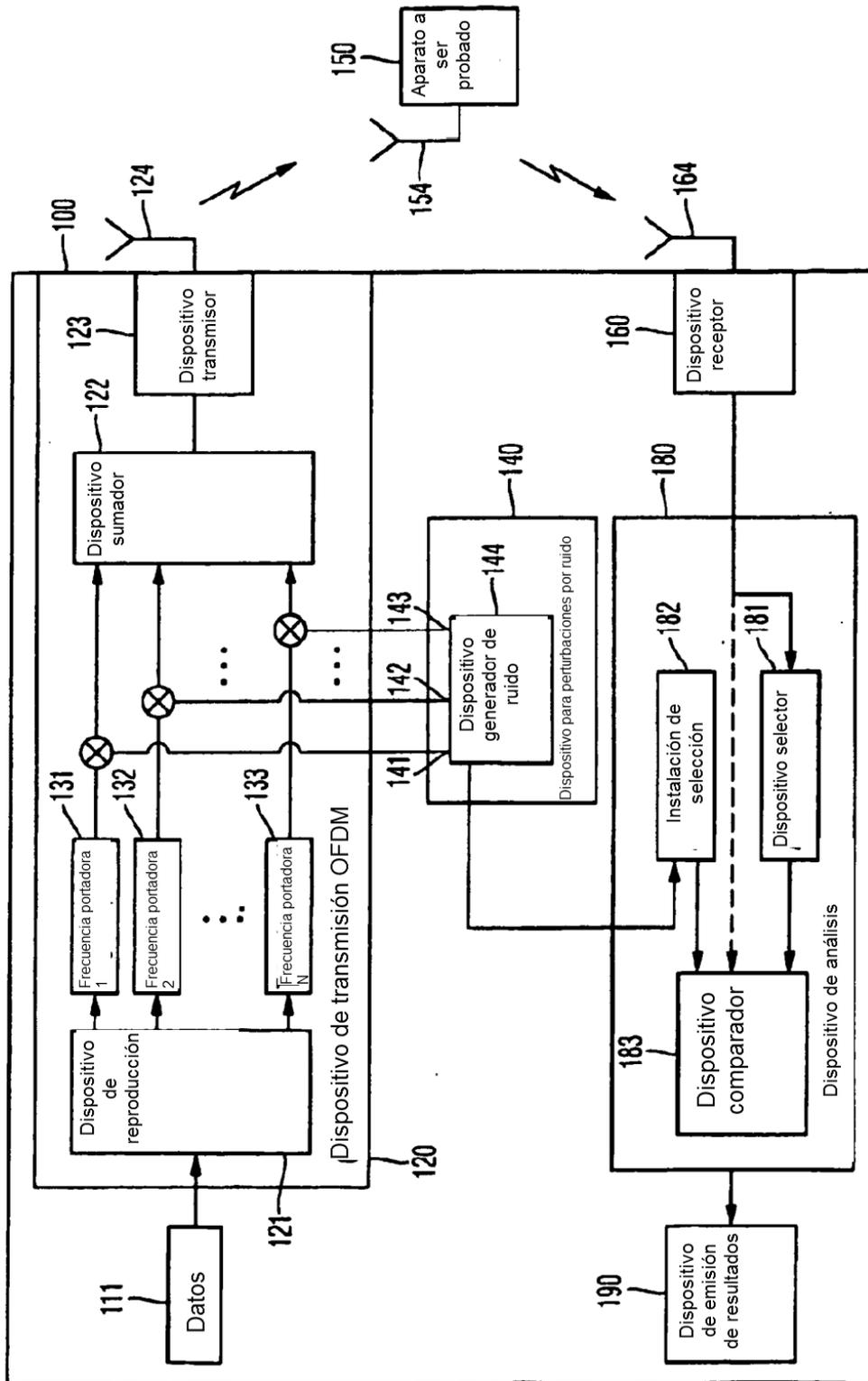


Fig. 1

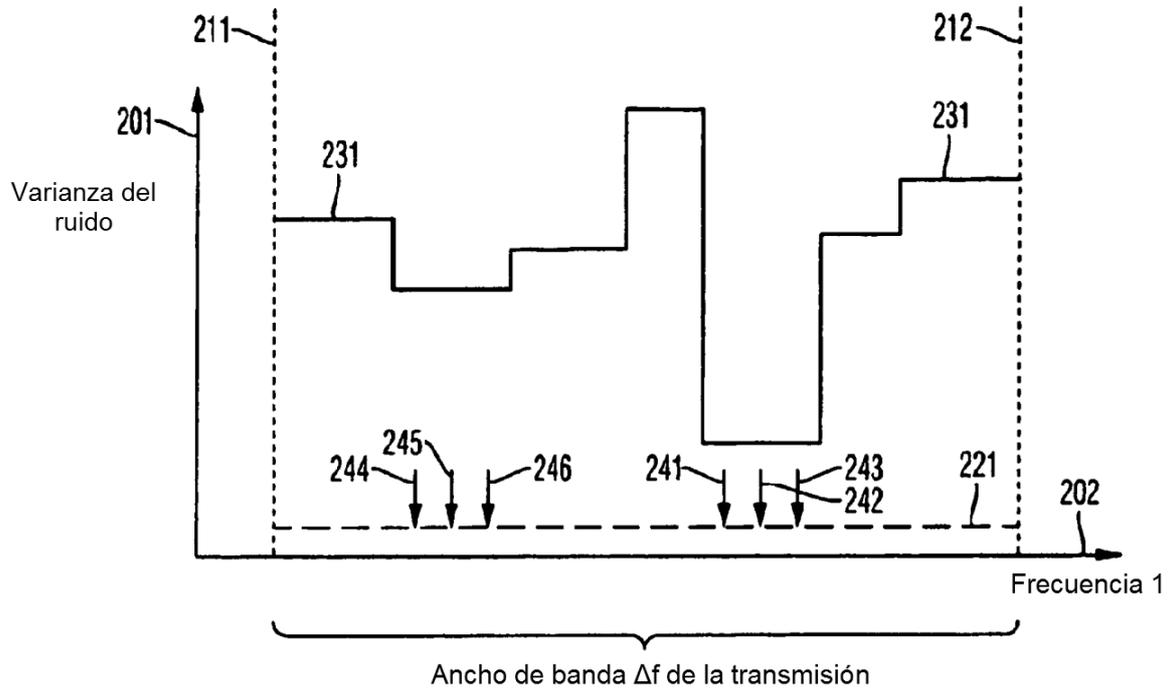


Fig. 2