

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 422 714**

51 Int. Cl.:

**G01S 5/02**

(2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2010 E 10176470 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2013 EP 2385389**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la calibración de un dispositivo de determinación de posición basado en radiolocalización**

30 Prioridad:

**22.04.2010 US 326754 P**

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

**13.09.2013**

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR  
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN  
FORSCHUNG E.V. (100.0%)  
Hansastraße 27C  
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**MEYER, STEFFEN;  
HUPP, JÜRGEN;  
VAUPEL, THORSTEN y  
HAIMERL, STEPHAN**

74 Agente/Representante:

**PONTI SALES, Adelaida**

**ES 2 422 714 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

Dispositivo y procedimiento para la calibración de un dispositivo de determinación de posición basado en radiolocalización.

5 **[0001]** El ámbito de la presente invención se refiere a una calibración de un dispositivo de determinación de posición de un sistema de localización basado en radio y particularmente a una calibración en lo que respecta a una intensidad de señal de señales de radio recibidas.

10 **[0002]** Para una localización de terminales móviles se encuentran a disposición diferentes tecnologías de localización. El sistema probablemente más conocido para la localización o navegación en zonas de exterior es el Global Positioning System (GPS) por satélite. Para la localización o navegación en el interior de edificios o en una zona de interior se conocen diferentes suplementos, como, por ejemplo, sistemas de infrarrojos, sistemas RFID (Radio Frequency Identification) o también valoraciones de intensidad de campo de redes WLAN IEEE 802.11 (WLAN = Wireless Local Area Network). El sistema GPS se encuentra actualmente únicamente disponible de forma fiable para las zonas de exterior. Ampliaciones más novedosas, como receptores de alta sensibilidad o el denominado A-GPS (Assisted GPS) representan intentos por hacer aprovechable la tecnología también en el interior de edificios. A-GPS combina para ello el sistema GPS por satélite con una recepción de denominadas informaciones de asistencia procedentes de redes móviles celulares. Sin embargo, en la actualidad estas tecnologías aún no presentan las precisiones medias deseadas. Los sistemas de infrarrojos y RFID no se encuentran disponibles de forma general con amplia cobertura de superficie y están ligados a unos requisitos específicos.

25 **[0003]** Para la conexión inalámbrica a redes de equipos portátiles se ha podido establecer el estándar WLAN conforme a IEEE 802.11. Éste se perfecciona continuamente, tanto en lo que respecta a la velocidad de transferencia de datos como también al alcance. Los estándares establecidos, al igual que estándares que aún se encuentran en la fase de diseño, hacen posible una transmisión de datos en banda ancha con elevadas velocidades de transferencia de datos y se caracterizan por un elevado grado de integración, que hace posible un hardware económico. En las PDAs (Personal Digital Assistents) actuales y Smartphones se encuentran integradas en la mayoría de los casos interfaces inalámbricas, como la mencionada WLAN. Además de ello, se implementa también a menudo Bluetooth y en el futuro eventualmente también WiMAX.

35 **[0004]** En el caso de WLAN se encuentran disponibles mientras tanto en muchos lugares comerciales públicos con una elevada frecuencia de visitantes puntos de acceso WLAN (los denominados Hotspots). Además de ello, la difusión con un rápido crecimiento de conexiones a internet de banda ancha (por ejemplo, a través de DSL) ha impulsado también en el ámbito privado la difusión de WLAN como tecnología económica para redes domésticas. Varios estudios han demostrado que zonas en el interior de las ciudades disponen de WLAN en muchos lugares, cubriendo en la actualidad prácticamente toda la superficie, o incluso sobrecubiertas. Particularmente lugares de la vida diaria y de interés turístico están bien equipados en lo que a ello se refiere. Actualmente se ofrece por ello el uso de WLAN como tecnología de base para la localización de equipos móviles. En el futuro encontrarán seguramente su uso también otras tecnologías, a las que también se podrá aplicar el concepto inventivo representado.

45 **[0005]** Una localización de terminales móviles en redes WLAN se puede realizar en principio mediante la valoración de las estaciones base recibidas por un terminal móvil (Hotspots o Access Points), en donde, por ejemplo, se evalúa su intensidad de señal correspondiente recibida en el terminal. Sin embargo, edificios y otros obstáculos apantallan en gran medida las señales WLAN, en donde, particularmente en zonas con amplio suministro WLAN no existen generalmente condiciones ideales de espacio libre, puesto que éstas se encuentran en el área urbana. De este modo no se puede obtener una conclusión directa con respecto a la distancia desde un terminal móvil a una estación base o a otro interlocutor de comunicación a partir de la intensidad de señal o intensidad de campo medida.

50 **[0006]** En sistemas de orientación basados en WLAN se utiliza a menudo como procedimiento de base un denominado "Received-Signal-Strength Fingerprinting". Este procedimiento de huella de radio se basa en la suposición de que en el emplazamiento actual las intensidades de señal que se reciben o que se pueden recibir procedentes de señales de radio de varias estaciones de radio caracterizan unívocamente a la localización actual o a la posición actual. Si existe una base de datos de referencia, que para un número de localizaciones de referencia o posiciones de referencia contiene identificaciones de emisión de las estaciones de radio recibidas o que se pueden recibir en instantes de referencia, así como las intensidades de señal de las señales de radio correspondientes, se puede determinar a partir de un juego de valores actuales de medida (identificaciones de emisión y valores de intensidad de señal correspondientes) la posición actual del equipo móvil, al realizar una comparación entre los valores de medida medidos en ese instante y los valores de referencia de la base de datos. Esta comparación – también denominada Matching – valora para cada punto de referencia, cómo de parecidos son los valores de medida o valores de referencia anteriormente registrados en comparación con los valores de medida actuales de la posición actual. El o los puntos de referencia más parecidos conforman entonces una base para un valor estimado del punto de emplazamiento actual del terminal móvil.

65

**[0007]** La solicitud de patente europea EP1795912A1 describe una técnica para la determinación de la posición de un objetivo en un entorno de comunicación inalámbrica ("wireless communication environment"). Un modelo de datos modela varios puntos de muestra o Sample. Cada punto de muestra comprende una posición y un juego de valores de señal esperados. En la posición del objetivo se observan los valores de señal. Sobre la base de los valores de señal observados y un juego de indicadores de relevancia se determina y emplea un juego actual de puntos de muestra relevantes, junto con las observaciones de valor de señal, para estimar la posición del objetivo.

**[0008]** Para una base de datos de referencia se puede determinar experimentalmente mediante mediciones de referencia la intensidad de señal de un radiotransmisor que se puede recibir en una posición de referencia en un instante de medición de referencia. De este modo se crea una base de datos que para cada posición geográfica de referencia contiene una lista de emisoras de radio (Access-Points) con la calidad e intensidad de campo de recepción correspondiente asignada. Esta lista asignada a una posición de referencia también se puede denominar como paquete de medición de referencia o paquete de referencia (RP). Una base de datos de referencia de este tipo puede presentar el siguiente aspecto por ejemplo en una implementación WLAN:

RID	MAC	RSSI	PGS	X	Y	Z	MAPNR	CREATED
1	00.0D.54.9E.17.81	46530	100	5795	15627	150	0	12.03.07 12:42
1	00.00.54.9E.1A.BA	67260	90	5795	15627	150	0	12.03.07 12:42
1	00.00.54.9E.1D.64	72002	88	5795	15627	150	0	12.03.07 12:42
1	00.0E.6A.D3.B9.8B	59531	100	5795	15627	150	0	12.03.07 12:42
1	00.0F.A3.10.07.6C	46464	96	5795	15627	150	0	12.03.07 12:42
1	00.0F.A3.10.07.FB	74488	94	5795	15627	150	0	12.03.07 12:42
1	00.0F.A3.10.09.SF	72375	97	5795	15627	150	0	12.03.07 12:42
2	00.00.54.9E.17.81	54138	100	14399	15451	150	0	12.03.07 12:43
2	00.00.54.9E.18.1D	76560	11	14399	15451	150	0	12.03.07 12:43
2	00.0D.54.9E.1A.BA	62318	94	14399	15451	150	0	12.03.07 12:43
2	00.00.54.9E.1D.64	71348	96	14399	15451	150	0	12.03.07 12:43
2	00.0E.6A.D3.B9.8B	45393	100	14399	15451	150	0	12.03.07 12:43
2	00.0F.A3.10.07.6C	66853	96	14399	15451	150	0	12.03.07 12:43
2	00.0F.A3.10.07.FB	72251	100	14399	15451	150	0	12.03.07 12:43
2	00.0F.A3.10.09.5F	70990	90	14399	15451	150	0	12.03.07 12:43
3	00.00.54.9E.17.81	58291	100	24583	15627	150	0	12.03.07 12:43
3	00.00.54.9E.18.1D	78610	68	24583	15627	150	0	12.03.07 12:43
3	00.00.54.9E.1A.BA	62153	98	24583	15627	150	0	12.03.07 12:43
3	00.00.54.9E.1D.64	64187	90	24583	15627	150	0	12.03.07 12:43
3	00.0E.6A.D3.B9.8B	32851	100	24583	15627	150	0	12.03.07 12:43
3	00.0F.A3.10.07.6C	69006	96	24583	15627	150	0	12.03.07 12:43
3	00.0F.A3.10.07.FB	71749	92	24583	15627	150	0	12.03.07 12:43
3	00.0F.A3.10.09.5F	71482	83	24583	15627	150	0	12.03.07 12:43
3	00.0F.A3.10.09.80	71000	40	24583	15627	150	0	12.03.07 12:43

**[0009]** Donde la tabla contiene las siguientes informaciones:

- identificación de la posición de referencia (ID) (aquí: 1, 2, 3),
- direcciones MAC de los radiotransmisores recibidos en la posición de referencia correspondiente,
- las intensidades de campo de recepción de los radiotransmisores que se pueden recibir en la posición de referencia (RSSI = Received Signal Strength Indicator; 46,56 significa, por ejemplo, -46,56 dBm),

- la posición de referencia en coordenadas métricas, cartesianas (x, y, z), así como

- el instante o marca horaria de la toma del valor de medida.

5 **[0010]** Los valores PGS (“Percentage seen”) opcionales indican con qué frecuencia se vio la estación correspondiente durante la toma de los valores de medida (es decir, PGS = 90 significa que, de promedio, la estación se midió en 9 de cada 10 mediciones).

10 **[0011]** Además, un paquete de referencia puede comprender informaciones de orientación, que contienen informaciones acerca de una orientación espacial de un terminal móvil, mediante el cual se registró al paquete de referencia correspondiente. Es decir, las informaciones de orientación almacenan informaciones acerca de en qué dirección se mantuvo al terminal móvil durante la medición del punto de referencia o en qué dirección se desplazó al terminal móvil durante la medición del punto de referencia. Esto es particularmente interesante cuando el terminal móvil, como, por ejemplo, un equipo apto para WLAN, se sujeta directamente delante del cuerpo de un usuario, de tal forma que se pueden producir efectos de apantallamiento debidos a cuerpo. Incluso sin estos efectos de apantallamiento mencionados condicionados por el cuerpo puede ser útil una información de orientación adicional, puesto que prácticamente cualquier antena presenta una característica de orientación. Por lo tanto, por orientación también se puede entender, por ejemplo, la orientación espacial del lóbulo principal de una antena de un terminal móvil.

20 **[0012]** Los datos de referencia o paquetes de referencia descritos se generan típicamente al menos durante una fase de adiestramiento o aprendizaje durante el funcionamiento del sistema de localización basado en radio y se pueden aumentar de diferentes maneras: por ejemplo, generación manual de los puntos de referencia o paquetes de referencia individuales, generación de datos de referencia a partir de una medición móvil, o generación de datos de referencia a partir de datos de planificación para el sistema de localización basado en radio.

30 **[0013]** Tal y como se ha mencionado anteriormente, la localización basada en radio utiliza mediante fijación de huella en primer lugar los valores de intensidad de señal (RSSI) de radiotransmisores para la determinación de la posición. La intensidad de señal observada por el dispositivo de determinación de posición, es decir, la intensidad de señal, tal y como se emplea en el dispositivo de determinación de posición con el objeto de la localización, puede estar sometida a variaciones que se pueden atribuir a diferentes causas. Por ejemplo, bajo determinadas circunstancias, diferentes antenas para la medición de señales WLAN pueden ser notablemente diferentes entre sí en lo que respecta a su calidad, sobre todo cuando ello se observa sobre la base de que un software para la localización WLAN lo más independiente posible del equipo y de la plataforma se debe de poder llegar a utilizar en el mayor número posible de diferentes tipos de terminales. Este tipo de diferencias en la calidad de la antena tiene entre otros un efecto sobre el nivel de señal observado de las señales de radio empleadas para la localización. Además de las diferencias mencionadas con respecto a la calidad de las antenas, también pueden tener efecto otras causas sobre el nivel de señal de señales de radio que se emplean para la localización. Por ejemplo, el dispositivo de determinación de posición se puede llevar temporalmente en el bolsillo de una prenda de vestir o en una pieza de equipaje. En este tipo de situaciones, los materiales de la prenda de vestir o de la pieza de equipaje atenúan las señales de radio en mayor o menor medida.

45 **[0014]** Puesto que la intensidad de señal o el nivel de señal permite extraer conclusiones acerca de la distancia entre el dispositivo de determinación de posición y un radiotransmisor, que emite la señal de radio correspondiente, un conocimiento de la intensidad de señal realmente presente (es decir, sin influencias que den lugar a errores debido a calidades variables de antenas o atenuación variable) puede contribuir a una localización fiable de una posición actual del dispositivo de determinación de posición.

50 **[0015]** En consecuencia, el objeto de la presente invención consiste en hacer más robusta y/o menos sensible la localización basada en radio con respecto a influencias constantes o prácticamente constantes sobre la intensidad de señal de las señales de radio empeladas para la localización.

55 **[0016]** Este objetivo se resuelve mediante un dispositivo para la calibración de un dispositivo de determinación de posición con las características de la reivindicación 1 o mediante un procedimiento para la calibración de un dispositivo de determinación de posición basado en localización por radio según la reivindicación 14.

60 **[0017]** De acuerdo con la doctrina aquí publicada, las señales de radio individuales no (sólo) se analizan de forma aislada entre sí, sino que se generan modelos de señal de radio a partir de una o varias señales de radio, que se pueden comparar con los datos de referencia. La generación de los modelos de señal de radio puede estar conformada de tal forma que determinadas características del modelo sean sustancialmente invariables con respecto a las influencias anteriormente mencionadas (por ejemplo, dependientes del equipo). La calibración de acuerdo con la doctrina aquí publicada está orientada a una corrección de influencias constantes o al menos prácticamente constantes. De este modo, la calibración se puede establecer sobre una base de datos relativamente amplia, que, por ejemplo, esté lo suficientemente distribuida en el tiempo, en el espacio, en lo que respecta a una

frecuencia de las señales de radio o cualquier otra magnitud, para poder ser representativa y/o determinar desviaciones fortuitas.

**[0018]** De acuerdo con ejemplos de realización de la presente invención, se ofrece un dispositivo para la calibración de un dispositivo de determinación de posición. El dispositivo para la calibración comprende un dispositivo para la comparación de un modelo de señal de radio recibido con una pluralidad de modelos de señal de radio de referencia, un dispositivo para la determinación de una diferencia de intensidad de señal y un dispositivo para la determinación y la puesta a disposición de un valor de calibración al dispositivo de determinación de posición. El dispositivo para la comparación de un modelo de señal de radio recibido con una pluralidad de modelos de señal de radio de referencia está conformado para seleccionar un subconjunto seleccionado a partir de una pluralidad de modelos de señal de radio de referencia mediante un grado de coincidencia entre el modelo de señal de radio recibido y un modelo de señal de radio de referencia respectivamente a partir de la pluralidad de los modelos de señal de radio de referencia. La determinación del valor de calibración a través del dispositivo para la determinación del valor de calibración se basa en la diferencia de intensidad de señal. El modelo de señal de radio recibido comprende al menos uno de entre una identificación de emisión de un emisor de señal de radio que se puede recibir y una intensidad de señal de una señal de radio que se puede recibir. El dispositivo para la comparación está además conformado para relacionar intensidades de señal relativas para diferentes identificaciones de emisión dentro de un modelo de señal de radio recibido con intensidades de señal relativas correspondientes dentro de un modelo de señal de radio de referencia, y obtener conclusiones a partir de ello en lo que respecta al grado de coincidencia.

**[0019]** El subconjunto seleccionado toma aquellos modelos de señal de radio de referencia que son similares al modelo de señal de radio recibido de acuerdo con una definición. Esta similitud se determina típicamente de forma cuantitativa, si bien al menos de forma cualitativa, mediante un grado de coincidencia. Por lo general se puede partir del hecho de que los modelos de señal de radio de referencia tomados en el subconjunto seleccionado se refieren a las posiciones que se encuentran espacialmente más próximas a una posición actual del dispositivo de determinación de posición, es decir, la posición en la que se recibió el modelo de señal de radio recibido. Para simplificar se puede asumir que las diferencias entre el modelo de señal de radio recibido y un modelo (similar) de señal de radio de referencia tienen su efecto en el sentido de que un nivel de señal del modelo de señal de radio recibido empleado para la localización se determina constantemente menor o mayor que el que estuvo presente en el caso de la generación de los datos de referencia. Por ejemplo, en una observación más detallada, se puede determinar a menudo una diferencia prácticamente constante de los niveles de señal entre dos equipos a lo largo de un intervalo común de medición. En otro escenario posible, esta diferencia se puede suponer sustancialmente constante al menos durante el intervalo de tiempo en el que el dispositivo de determinación de posición se encuentra en una prenda de vestir o en una pieza de equipaje. Este tipo de oscilaciones prácticamente constantes con respecto al nivel de señal no se pueden determinar de antemano y ser tenidos en cuenta medidos de forma fija en el valor de de corrección programado en el dispositivo de determinación de posición.

**[0020]** De acuerdo con ejemplos de realización, el grado de coincidencia puede ser indiferente con respecto a un escalado del modelo de señal de radio recibido y el modelo de señal de radio de referencia. De este modo, desviaciones sistemáticas o temporales con respecto a la intensidad de señal no tienen ninguna o muy poca influencia sobre el grado de coincidencia y con ello la decisión acerca de una toma de un determinado modelo de señal de radio de referencia en el subconjunto seleccionado no depende de la intensidad absoluta de señal del modelo de señal de radio recibido y/o del modelo de señal de radio de referencia, puesto que en este sentido se debe de partir de una calibración publicada de que al menos la intensidad de señal del modelo de señal de radio recibido adolece de un error constante o prácticamente constante.

**[0021]** De acuerdo con otros ejemplos de realización, el dispositivo para la comparación puede estar conformado para comparar el grado de coincidencia con un valor umbral  $ACC_{Th}$ . Cuando el grado de coincidencia entre el modelo de señal de radio recibido y el modelo de señal de radio de referencia determinado cumple una condición definida por el valor umbral  $ACC_{Th}$ , se recogen el modelo de señal de radio recibido y el modelo de señal de radio de referencia determinados relacionados entre sí (por ejemplo, en forma de elementos de datos de una estructura de datos resumida) en el subconjunto seleccionado. Cuando en cambio el grado de coincidencia correspondiente no cumple la condición definida por el valor umbral  $ACC_{Th}$ , no se recogen el modelo de señal de radio recibido y el modelo de señal de radio de referencia determinados en el subconjunto seleccionado. Por el hecho de que el modelo de señal de radio recibido y el modelo de señal de radio de referencia determinados se recojan en el subconjunto seleccionado relacionados entre sí cuando se cumple dicha condición, está claro entre qué modelos de señal de radio se debe de determinar la diferencia de intensidad de señal. Mediante el valor umbral  $ACC_{Th}$  se garantiza por lo general que sólo se recojan aquellos modelos de señal de radio de referencia en el subconjunto seleccionado que presentan una similitud suficiente con el modelo de señal de radio recibido. De este modo se puede evitar típicamente con suficiente fiabilidad que la calibración se base en datos inadecuados.

**[0022]** De acuerdo con ejemplos de realización, el dispositivo para la comparación puede estar conformado para elegir para el subconjunto seleccionado aquellos modelos de señal de radio de referencia cuyo grado de coincidencia se encuentre dentro de un intervalo de tolerancia con el modelo de señal de radio recibido, que

comprende el mejor valor de grado de coincidencia determinado hasta el momento. Típicamente se realizará el intervalo de tolerancia tan sólo por un lado, de tal forma que un nuevo mejor valor de grado de coincidencia será en cualquier caso tomado en consideración. El intervalo de tolerancia se extiende sin embargo de acuerdo con este ejemplo de realización también en el sentido de peores valores de grado de coincidencia, partiendo del mejor valor de grado de coincidencia determinado hasta ese momento. De este modo también se recoge en el subconjunto seleccionado el segundo, tercer, etc. modelo de señal de radio de referencia más coincidente, de tal forma que se encontrará disponible una base de datos más amplia para la calibración. De este modo se puede evitar de forma relativamente fiable que por casualidad (por ejemplo, ruido en la señal de radio correspondiente) un modelo de señal de radio de referencia pueda influir en la calibración como único modelo de señal de radio de referencia, a pesar de que al faltar la influencia ocasional no se hubiera logrado el mejor valor de grado de coincidencia. Se debe tener en cuenta que el mejor valor de grado de coincidencia determinado hasta el momento se puede determinar o bien de forma continua durante la comparación del modelo de señal de radio recibido con la pluralidad de modelos de señal de radio de referencia, o también de antemano. En este último caso, un mejor valor de grado de coincidencia absoluto serviría como el mejor valor de grado de coincidencia determinado hasta el momento.

**[0023]** De acuerdo con un ejemplo de realización, el intervalo de tolerancia se puede extender al menos por un lado desde el mejor valor de grado de coincidencia determinado hasta el momento a lo largo de una anchura de intervalo de tolerancia, que sea un 30% del mejor valor de grado de coincidencia determinado hasta el momento, preferentemente un 10% del mejor valor de grado de coincidencia determinado hasta el momento, y más preferentemente un 5% del mejor valor de grado de coincidencia determinado hasta el momento. Por ejemplo, para una anchura de intervalo de tolerancia de un 5% del mejor valor de grado de coincidencia determinado hasta el momento se realiza una selección relativamente estricta en lo que se refiere a la recogida de modelos de señal de radio de referencia en el subconjunto seleccionado. El subconjunto seleccionado sólo contendrá entonces más de un modelo de señal de radio de referencia cuando los mejores dos, tres, cuatro o más modelos de señal de radio de referencia presenten un grado de coincidencia con el modelo de señal de radio recibido que se encuentre en un intervalo estrecho, concretamente un 5% del mejor valor de grado de coincidencia. Esta situación se puede presentar por ejemplo cuando el dispositivo de determinación de posición esté aproximadamente a la misma distancia de varios radiotransmisores, y también las condiciones de propagación para las señales de radio sean sustancialmente similares (o que la distancia y las condiciones de propagación se compensen entre sí para diferentes señales emitidas). En un caso así puede tener sentido tener en cuenta para la calibración todos los radiotransmisores recibidos aproximadamente igual de bien, en lugar de sólo el radiotransmisor que mejor se pueda recibir.

**[0024]** Alternativamente, el dispositivo para la comparación puede estar conformado de tal forma que pueda elegir modelos de señal de radio de referencia tales para el subconjunto seleccionado cuyo grado de coincidencia con el modelo de señal de radio recibido se encuentre en una cuantía superior u óptima de los grados de coincidencia para la pluralidad de los modelos de señal de radio de referencia. Por ejemplo se podría recoger un porcentaje de todos los modelos de señal de radio de referencia en el subconjunto seleccionado que presenten los mejores grados de coincidencia con el modelo de señal de radio de referencia recibido. También es imaginable que el subconjunto seleccionado siempre contenga un número determinado de modelos de señal de radio de referencia (por ejemplo, cinco), siempre y cuando esto sea posible en base a otras condiciones como el valor umbral  $ACC_{Th}$ . En la práctica puede ocurrir que el subconjunto seleccionado quede vacío debido a la condición de valor umbral, con lo que la calibración se suspende típicamente de forma temporal.

**[0025]** De acuerdo con ejemplos de realización, el dispositivo para la comparación puede estar conformado para elegir aquellos modelos de señal de radio de referencia para el subconjunto seleccionado que cumplan los siguientes criterios:

$$ACC_i \leq ACC_{max}$$

$$ACC_i \leq ACC_{Th}$$

y

$$ACC_{max} = ACC_0 \cdot LIMIT,$$

en donde  $ACC_0$  es un valor de grado de coincidencia de un modelo de señal de radio de referencia con la mejor coincidencia hasta el momento, y  $ACC_{Th}$  es un valor umbral para el grado de coincidencia con respecto a la recogida en el subconjunto seleccionado. El valor LIMIT se puede elegir por ejemplo algo mayor que 1, esto es, por ejemplo, 1,05 o 1,08. El valor LIMIT se puede considerar como la anchura del intervalo de tolerancia anteriormente indicada.

**[0026]** De acuerdo con ejemplos de realización, el modelo de señal de radio recibido puede comprender al menos uno de entre una identificación de emisión de un radiotransmisor que se pueda recibir y una intensidad de señal de una señal de radio recibida. Cuando estén presentes tanto la identificación de emisión como también la intensidad de señal de la señal de radio recibida, se puede realizar una determinación aproximada de posición a partir de la identificación de emisión recibida en la última unidad de tiempo. Partiendo de ello se puede realizar una determinación más precisa de la posición mediante la evaluación de las intensidades de señal de las señales de radio recibidas en conjunción con las identificaciones de emisión también recibidas. Típicamente un modelo de señal

de radio comprenderá una pluralidad de elementos de datos que contienen respectivamente al menos una identificación de emisión y un valor de intensidad de señal. De forma correspondiente, al menos un modelo de señal de radio de referencia de la pluralidad de modelos de señal de radio de referencia puede comprender al menos uno de entre una identificación de emisión de un radiotransmisor que se pueda tener en cuenta en el modelo de señal de radio de referencia y una intensidad de señal de radio de una señal de radio contemplada en el modelo de señal de radio de referencia. De este modo, la comparación entre las intensidades de señal de radio recibidas y los modelos de señal de radio de referencia puede relacionar entre sí por ejemplo intensidades de señal relativas para diferentes identificaciones de emisión dentro de un modelo de señal de radio con intensidades de señal relativas correspondientes dentro de un modelo de señal de radio de referencia, y obtener conclusiones acerca de una posible coincidencia entre el modelo de señal de radio recibido y el modelo de señal de radio de referencia correspondiente.

**[0027]** De acuerdo con ejemplos de realización, el dispositivo para la determinación y la puesta a disposición de un valor de calibración puede comprender un filtro paso bajo, que filtra al menos la diferencia de intensidad de señal o el valor de calibración. La previsión opcional de un filtro paso bajo se basa en el reconocimiento de que las diferencias a compensar mediante la calibración, provocadas, por ejemplo, por diferentes tipos de dispositivos de determinación de posición o por condiciones de entorno (lentamente) variables, varían o bien de forma constante o al menos sólo con poca frecuencia o lentamente. Contemplado a largo plazo, a la salida del filtro paso bajo pasan componentes de señal de la diferencia de intensidad de señal o del valor de calibración constante o que varían lentamente, mientras que, en cambio, rápidas variaciones debidas típicamente a causas fortuitas se encuentran presentes a la salida del filtro paso bajo tan sólo de una forma muy atenuada.

**[0028]** De acuerdo con un ejemplo de realización, el filtro paso bajo puede ser un filtro recurrente con un coeficiente de entrada de filtrado y un coeficiente de retroalimentación de filtrado. Para ello, el coeficiente de retroalimentación de filtrado se elige típicamente mayor que el coeficiente de entrada de filtrado, de tal forma que el valor de salida de filtrado retroalimentado desde la salida del filtro paso bajo tiene una mayor influencia sobre la señal de salida del filtro que la señal de entrada al filtro. El coeficiente de realimentación de filtrado puede ser, por ejemplo, mayor que diez veces, que cien veces, que mil veces o que diez mil veces el coeficiente de entrada de filtrado. Cuando el coeficiente de realimentación de filtrado está indicado mediante el parámetro  $a$ , el coeficiente de entrada de filtrado se puede indicar, por ejemplo, en función del coeficiente de retroalimentación de filtrado, por ejemplo, coeficiente de entrada de filtrado =  $1/(a+1)$ . Con un valor  $a$  modo de ejemplo de  $a = 500$ , se obtiene de este modo una relación entre coeficiente de realimentación de filtrado y coeficiente de entrada de filtrado de 25.500. El valor del parámetro  $a$  se puede ajustar en función de una velocidad de exploración (Polling Interval) ajustada en ese momento.

**[0029]** De acuerdo con un ejemplo de realización, el filtro paso bajo puede estar conformado para determinar una diferencia de intensidad de señal filtrada a partir de una pluralidad de diferencias de intensidad de señal individuales. La pluralidad de diferencias de intensidad de señal individuales se pueden corresponder con diferencias de intensidad de señal que dentro de un modelo de señal de radio de referencia de entre una pluralidad de modelos de señal de radio de referencia se refieren a radiotransmisores contemplados en el modelo de señal de radio de referencia. Además, la pluralidad de las diferencias de intensidad de señal individuales pueden servir como magnitudes de entrada para el filtro paso bajo. Las diferencias de intensidad de señal individuales se pueden de este modo seguir utilizando directamente, puesto que posibles desviaciones sistemáticas podrían tener de todos modos un efecto sobre todas las diferencias de intensidad de señal individuales.

**[0030]** Un aspecto de la doctrina técnica aquí publicada se refiere a un dispositivo de determinación de posición para la localización por radio, que comprende un dispositivo como el anteriormente descrito para la calibración y un dispositivo para la recepción de señales de radio. El dispositivo para la recepción de las señales de radio está conformado para recibir un valor de calibración generado por el dispositivo para la calibración y escalar las señales de radio mediante el valor de calibración generado, de tal forma que los datos de señal de radio escalados entregados por el dispositivo para la recepción de las señales de radio se corresponden sustancialmente con datos de señal de referencia en relación con una intensidad de señal, con los que se comparan los datos de señal de radio (mediante otras unidades funcionales del dispositivo de determinación de posición). El dispositivo de determinación de posición está de este modo en disposición de calibrar a intervalos regulares o de forma continua. La capacidad de (auto)calibración puede garantizar una determinación de posición que sigue siendo fiable particularmente en aquellas situaciones en las que el dispositivo de determinación de posición se encuentra en zonas de menor cobertura de radiotransmisores. En este tipo de zonas, el radiotransmisor que se puede recibir juega un papel relativamente importante para la determinación de la posición en lo que respecta a la determinación de la intensidad de señal de señales de radio.

**[0031]** De acuerdo con un ejemplo de realización, el modo de funcionamiento del dispositivo de determinación de posición se basa en un principio de fijación de huella. Mediante el principio de fijación de huella se puede realizar una determinación de posición relativamente precisa, particularmente cuando además de las identificaciones de emisión de los radiotransmisores que puede recibir el dispositivo de determinación de posición también se pueden determinar datos relativamente precisos con respecto a las intensidades de señal de las señales

de radio emitidas por los radiotransmisores.

**[0032]** La doctrina técnica publicada se refiere también a un procedimiento para la calibración de un dispositivo de determinación de posición basado en radiolocalización, con las siguientes fases:

5 comparación de un modelo de señal de radio recibido con una pluralidad de modelos de señal de radio de referencia;

selección de modelos de señal de radio de referencia a partir de la pluralidad de modelos de señal de radio de referencia en un subconjunto seleccionado mediante un grado de coincidencia entre el modelo de señal de radio recibido y un modelo de señal de radio de referencia correspondiente de una pluralidad de modelos de señal de radio de referencia,

10 determinación de una diferencia de intensidad de señal entre el modelo de señal de radio recibido y un modelo de señal de radio de referencia correspondiente del subconjunto seleccionado; y

determinación de un valor de calibración para la intensidad de señal y puesta a disposición del valor de calibración para su uso por parte del dispositivo de determinación de posición.

15 El modelo de señal de radio recibido comprende al menos uno de entre una identificación de emisión, un radiotransmisor recibido y una intensidad de señal de una señal de radio recibida. La comparación del modelo de señal de radio recibido con una pluralidad de modelos de señal de radio de referencia sitúa de forma relacionada entre sí intensidades relativas de señal de radio para diferentes identificaciones de emisión dentro del modelo de señal de radio recibido con intensidades de señal de radio correspondientes dentro de un modelo de referencia, y  
 20 determina a partir de ello el grado de coincidencia.

**[0033]** La doctrina aquí publicada se refiere también a un programa de ordenador para la realización del procedimiento mencionado, cuando el programa de ordenador se ejecuta en un procesador o microcontrolador.

25 **[0034]** Tanto el procedimiento para la calibración como el programa de ordenador se pueden especificar más detalladamente mediante las características técnicas anteriormente mencionadas referidas al dispositivo para la calibración.

30 **[0035]** A continuación se describen más detalladamente ejemplos de realización de la presente invención con referencia a las figuras adjuntas. Muestran:

la fig. 1 una representación esquemática para entender el modo de funcionamiento de un sistema de localización por radio,

35 la fig. 2 intensidades de señal a modo de ejemplo en función del tiempo para una posición actual de un dispositivo de determinación de posición;

la fig. 3 una representación gráfica de un modelo de señal de radio medido y un modelo de señal de radio de referencia similar;

40 la fig. 4 un diagrama de bloques sinóptico de elementos de un dispositivo de determinación de posición, que está relacionado con una calibración de acuerdo con la doctrina técnica aquí publicada;

45 la fig. 5 un diagrama de bloques esquemático de una forma de realización de la doctrina técnica publicada;

la fig. 6 un diagrama de bloques esquemático de otro ejemplo de realización de un dispositivo para la calibración de acuerdo con la doctrina técnica publicada;

50 la fig. 7 una vista desde arriba sobre un área geográfica, en el que se puede llevar a cabo una determinación de posición;

la fig. 8 un diagrama de bloques esquemático de un filtro paso bajo recurrente; y

55 la fig. 9 un diagrama de bloques esquemático de una parte del dispositivo para la calibración de acuerdo con un ejemplo de realización.

La fig. 10 un diagrama de flujo esquemático de un procedimiento para la calibración de acuerdo con un ejemplo de realización de la doctrina aquí publicada.

60 **[0036]** La fig. 1 debe de representar el principio básico de una localización por radio. Un dispositivo de determinación de posición 10 se encuentra en un instante determinado en una posición actual, que se debe de determinar. El dispositivo de determinación de posición 10 se encuentra dentro del alcance de cuatro radiotransmisores 16, 17, 18 y 19, de tal forma que el dispositivo de determinación de posición 10 puede recibir señales de radio de los radiotransmisores 16 a 19. La distancia entre el dispositivo de determinación de posición 10 y los radiotransmisores 16 a 19 toma un valor de  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$  o  $d_4$  respectivamente. Sin embargo, estas distancias no  
 65

son conocidas de antemano por el dispositivo de determinación de posición.

**[0037]** Una determinación aproximada de posición se puede realizar ya en base al hecho de que el dispositivo de determinación de posición 10 se encuentra dentro del alcance de los radiotransmisores 16 a 19. Para ello, cada radiotransmisor 16 a 19 identifica las señales de radio emitidas por él con una identificación de emisión. Para una determinación más precisa de la posición se puede aprovechar el hecho de que las señales de radio se debilitan en función de la distancia. A partir de la intensidad de señal o del nivel de señal existente en la posición actual, se puede estimar una distancia entre el radiotransmisor correspondiente y la posición actual del dispositivo de determinación de posición 10. Con esta información se puede determinar la posición mediante, por ejemplo, interpolación.

**[0038]** Una posible implementación de una localización por radio es el denominado procedimiento de fijación de huella. De acuerdo con el principio de fijación de huella, las señales de radio de los radiotransmisores 16 a 19 recibidas en la posición actual se comparan con una pluralidad de puntos de referencia, que se recogieron previamente. Aquel punto de referencia para el cual las características seleccionadas (identificación de radiotransmisor y eventualmente intensidad de señal) de las señales de radio recibidas son más parecidas se elige para el procesamiento posterior. Se puede suponer que el dispositivo de determinación de posición 10 se encuentra espacialmente cerca de aquella posición en la que se tomó el punto de referencia y es por lo tanto conocida.

**[0039]** La fig. 2 muestra a modo de ejemplo un desarrollo temporal de una intensidad de señal real 22 observada. La intensidad de señal real 22 observada se refiere a una señal de radio de un radiotransmisor  $i$  y concretamente tal y como la determinó un dispositivo de determinación de posición 10 dado en la posición actual. La intensidad de señal está registrada en las ordenadas de la gráfica representada en la fig. 2 e identificada mediante RSSI (Received Signal Strength Indicator). La intensidad de señal real 22 observada es sustancialmente constante y oscila sólo mínimamente alrededor de un valor medio a largo plazo.

**[0040]** Como línea discontinua se muestra en la fig. 2 también un desarrollo temporal de una intensidad de señal esperada 24. La intensidad de señal esperada 24 se determinó por ejemplo durante una fase de adiestramiento o aprendizaje del sistema de localización por radio. El dispositivo de determinación de posición empleado durante la fase de adiestramiento puede ser diferente a aquel que se vaya a emplear durante una fase de uso. En base a esta diferencia se explica que la intensidad de señal esperada 24 difiera de la intensidad de señal real 22 observada. En todo caso, la desviación  $\Delta\text{RSSI}$  es sustancialmente constante a lo largo del tiempo. El dispositivo de determinación de posición 10 no puede determinar sin medidas adicionales qué parte de la desviación  $\Delta\text{RSSI}$  se corresponde con la distancia entre el radiotransmisor 16 y el dispositivo de determinación de posición 10, y que parte se corresponde con una desviación sistemática, debido a, por ejemplo, el uso de antenas de diferente calidad durante la fase de adiestramiento por un lado y la posterior fase de uso por otro lado.

**[0041]** La fig. 3 muestra las intensidades de señal reales 31, 32, 33 y 34 observadas por el dispositivo de determinación de posición 10 en la posición actual, en función de un índice  $i$ , que indica de qué radiotransmisor se trata. Las intensidades de señal registradas en función del radiotransmisor correspondiente o de una identificación de emisión proporcionada por el radiotransmisor se pueden contemplar como un ejemplo de cómo puede estar conformado un modelo de señal de radio. La fig. 3 muestra también un modelo de señal de referencia similar, que se obtiene de forma análoga a partir de las intensidades de señal de referencia 36, 37, 38 y 39. El modelo de señal de referencia similar está representado en línea discontinua. La similitud entre el modelo de señal de radio recibido y el modelo de señal de referencia similar se obtiene en el ejemplo representado en la fig. 3, indica que la diferencia entre las intensidades de señal es de 6 dB respectivamente. Como grado de coincidencia se puede indicar por lo tanto por ejemplo la dispersión de la diferencia de intensidad de señal con respecto al índice  $i$  para el radiotransmisor. Puesto que en aplicaciones prácticas del dispositivo de determinación de posición se da típicamente un elevado número de modelos de señal de radio de referencia, en el marco de la calibración se trata de realizar una selección de la cantidad de modelos de señal de radio de referencia que sean similares al modelo de señal de radio recibido en el sentido del grado de coincidencia. Esta selección debería ser indiferente con respecto a las intensidades absolutas de señal del modelo de señal de radio recibido, es decir, es típicamente irrelevante si la desviación, tal y como está representada en la fig. 3, toma un valor constante de 6 dB, o si la desviación toma un valor constante de 8 dB. Típicamente tan sólo depende de que la desviación sea sustancialmente igual para todos los radiotransmisores  $i$ , es decir, presente una baja dispersión.

**[0042]** La fig. 4 muestra cómo se puede utilizar la calibración dentro del dispositivo de determinación de posición 10. Un dispositivo de determinación de posición 10 que trabaja según el principio de fijación de huella comprende típicamente una toma de valores de medida 42, que ejerce entre otros la función de un receptor de señal de radio. De este modo se preparan de una forma adecuada las señales de radio recibidas (amplificación, demodulación, etc.). Además de ello, la toma de valores de medida 42 determina también la intensidad de señal de las señales de radio recibidas. La toma de valores de medida 42 entrega los denominados paquetes de medida o "Measurement Packs" (MP), que podrán ser utilizados posteriormente por un módulo de localización WLAN 44. El módulo de localización WLAN 44 compara típicamente las identificaciones de emisión recibidas con una base de datos y determina a partir de las intensidades de señal puestas a disposición poa toma de valores de medida 42 una

posición del dispositivo de determinación de posición. En el diagrama de bloques representado en la fig. 4, el dispositivo para la calibración está integrado en el módulo de localización WLAN 44. De este modo el módulo de localización WLAN 44 proporciona una desviación de calibración (“Calibration Offset”), que se devuelve a la toma de valores de medida 42. La toma de valores de medida 42 emplea la desviación de calibración para corregir correspondientemente las intensidades de señal determinadas por ella, lo que tiene típicamente un efecto favorable sobre la función de la toma de valores de medida 42.

**[0043]** La fig. 5 muestra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo para la calibración de acuerdo con la doctrina publicada. El dispositivo para la calibración recibe por ejemplo de la toma de valores de medida 42 un paquete de medida 50 o alternativamente el dispositivo para la calibración puede estar conformado para determinar el paquete de medida 50 por sí mismo. El dispositivo para la calibración también tiene acceso a un dispositivo de almacenamiento o base de datos que contiene los paquetes de referencia 54 (RPs). El paquete de medida 50 recibido, que representa un modelo de señal de radio recibido recientemente, y los paquetes de referencia 54 se suministran a un dispositivo para la comparación 51. El dispositivo para la comparación 51 tiene típicamente la misión de comparar la pluralidad de los paquetes de referencia 54 con el paquete de medida 50 recibido, en donde no obstante las diferencias entre los paquetes de referencia 54 y el paquete de medida 50 recibido, que se deben de atribuir a desviaciones sistemáticas, constantes y/o prácticamente constantes, típicamente (y, por lo tanto, realizables) no son contemplados por el dispositivo para la comparación 51. El dispositivo para la comparación 51 proporciona como salida una selección de paquetes de referencia 55, en la que están contemplados aquellos paquetes de referencia que son similares al modelo de señal de radio recibido en el paquete de medida 50 recibido, independientemente de las mencionadas desviaciones sistemáticas, constantes y/o prácticamente constantes. Una similitud de este tipo se puede interpretar por lo general de tal forma que los modelos de señal de radio de referencia contenidos en los paquetes de referencia elegidos de la selección de paquetes de referencia 55 se tomaron en posiciones que están en proximidad espacial a la posición actual, a la que se refiere el modelo de señal de radio recibido del paquete de medida 50 recibido.

**[0044]** Cuando se ha completado la selección de paquetes de referencia 55, se conduce a un dispositivo para la determinación de una diferencia de intensidad de señal 56 (“Matching”). El dispositivo para la determinación de la diferencia de intensidad de señal 56 comprende también una entrada para el paquete de medida 50 actual. El dispositivo para la determinación de la diferencia de intensidad de señal 56 determina típicamente una diferencia de intensidad de señal por cada paquete de referencia en la selección de paquetes de referencia 55. Las diferencias de intensidad de señal obtenidas (“valores deltaRSSI”) se almacenan en una estructura de datos o en una base de datos 57. Desde ahí se suministran a un filtro de ponderación de histórico 58 (“History Weight Filter”). Con ello se puede lograr que se impongan este tipo de desviaciones entre los paquetes de referencia y el paquete de medida recibido, que en la media estadística se presentan en un gran número de parejas formadas por paquetes de referencia 54 y paquetes de medida 50. El filtro de ponderación de histórico 58 entrega un valor de calibración 59 (“Calibration Offset”), que se realimenta a la toma de valores de medida 42 (fig. 4).

**[0045]** La fig. 6 muestra un diagrama de bloques esquemático detallado de un dispositivo para la calibración de acuerdo con un ejemplo de realización de la doctrina publicada. Un modelo de señal de radio recibido se conduce a un dispositivo para la comparación de modelos de señal de radio 61.

**[0046]** Como magnitud de entrada adicional para el dispositivo para la comparación de modelos de señal de radio 61 sirve respectivamente un modelo de señal de radio de referencia de una pluralidad de modelos de señal de radio de referencia 64. Obsérvese que un determinado modelo de señal de radio recibido se compara mediante el dispositivo 61 típicamente con una pluralidad o incluso con todos los modelos de señal de radio de referencia 64. Para limitar el esfuerzo de cálculo así como el tiempo correspondiente necesarios para la comparación de modelos de señal de radio se puede realizar una preselección sensata de modelos de señal de radio de referencia 64, por ejemplo sobre la base de las últimas posiciones determinadas, puesto que es probable una proximidad espacial entre las últimas posiciones determinadas y la posición actual. El dispositivo para la comparación de modelos de señal de radio 61 entrega respectivamente un grado de coincidencia  $ACC_i$  para cada pareja de comparación (modelo de señal de radio recibido con respecto a un modelo de señal de radio de referencia). El grado de coincidencia  $ACC_i$  obtenido se compara en primer lugar con un valor umbral absoluto  $ACC_{Th}$  mediante un bloque funcional 62. Cuando el grado de coincidencia  $ACC_i$  obtenido es mayor que el valor umbral absoluto  $ACC_{Th}$ , no existe una coincidencia suficiente entre el modelo de señal de radio recibido y el modelo de señal de radio de referencia. Por lo tanto se descarta esta pareja de comparación. En cambio, si el grado de coincidencia cumple la condición  $ACC_i \leq ACC_{Th}$ , se transmite el grado de coincidencia  $ACC_i$  a un bloque funcional de selección 63, que determina el mejor valor del grado de coincidencia  $ACC_i$ , o también una cantidad de los mejores valores de grado de coincidencia. En este caso, que está representado en la fig. 6, unos valores bajos del grado de coincidencia  $ACC_i$  se corresponden con buenas coincidencias entre el modelo de señal de radio recibido y el modelo de señal de radio de referencia correspondiente, mientras que, en cambio, unos valores elevados del grado de coincidencia  $ACC_i$  representan peores coincidencias. Esto es en último caso una cuestión de la definición del grado de coincidencia y no tiene ningún efecto básico sobre la doctrina publicada. La abreviatura ACC empleada para el grado de coincidencia se obtiene de la palabra inglesa “Accuracy”. El bloque funcional de selección 63 entrega en función de la implementación y configuración un índice o varios índices, que se refieren al o a los modelos de señal de radio de

referencia que mejor coinciden con el modelo de señal de radio recibido. El índice  $i$  o los índices  $i$  se transmiten a una consulta de base de datos 65, que los utiliza para consultar la base de datos con los modelos de señal de radio de referencia 64. La base de datos 64 devuelve a continuación los modelos de señal de radio de referencia correspondientes y el dispositivo para la consulta de la base de datos 65 los inserta en una estructura de datos o en otra base de datos 66, que contiene una selección de los modelos de señal de radio de referencia.

**[0047]** La fig. 6 describe una selección continua de los modelos de señal de radio de referencia, en la que puede variar continuamente qué modelo de señal de radio de referencia presenta en ese momento el mejor grado de coincidencia. Alternativamente también resulta imaginable que para cada paquete de medida (MP) que determina el dispositivo de determinación de posición, se determinan en un paso los grados de coincidencia para todos (o al menos para algunos) de los modelos de señal de radio de referencia existentes en la base de datos 64. A continuación se evalúan los modelos de señal de radio de referencia en función de sus grados de coincidencia, de tal forma que se puede(n) determinar el/los modelo(s) de señal de radio de referencia que mejor coincide(n).

**[0048]** Tanto el modelo de señal de radio recibido como también los modelos de señal de radio de referencia contenidos en la selección de los modelos de señal de radio de referencia 66 se emplean como magnitudes de entrada para un dispositivo para la determinación de la diferencia de intensidad de señal 67. Tal y como se ha mencionado anteriormente en relación con la fig. 5, se determina una diferencia de intensidad de señal respectivamente por cada pareja de comparación, formada por el modelo de señal de radio recibido y un modelo de señal de radio de referencia de la selección 66. De este modo, el dispositivo para la determinación de la diferencia de intensidad de señal 67 entrega una pluralidad de valores de diferencia de intensidad de señal (valores deltaRSSI). Las diferencias de intensidad de señal entregadas se suministran a un filtro paso bajo 68 en el orden en el que se han calculado. El filtro paso bajo 68 determina un valor de calibración, que se corresponde a grandes rasgos con una desviación constante, que se pudo determinar en un gran número de parejas de comparación entre el modelo de señal de radio recibido y los modelos de señal de radio de referencia seleccionados. Un dispositivo para la puesta a disposición del valor de calibración 69 recoge a continuación el valor de calibración, desde donde se va a poner a disposición del elemento receptor, o va a poder ser llamado por éste, del dispositivo de determinación de posición.

**[0049]** El grado de coincidencia ACC se puede determinar de la siguiente forma, que está descrita en el documento de patente alemana publicado DE102008036681A1. Las señales de radio o los radiotransmisores asignados a las señales de radio se pueden separar o filtrar en un primer número  $N_{eq}$  de radiotransmisores, para los cuales identificaciones de emisión anteriormente registradas en la posición de referencia son idénticas a identificaciones de emisión suministradas en la posición actual, y un segundo número  $N_{neq}$  de radiotransmisores, para los cuales identificaciones de emisión anteriormente registradas en la posición de referencia e identificaciones de emisión suministradas en la posición son diferentes entre sí, esto es, de radiotransmisores cuya identificación de emisión o bien sólo se suministra en la posición actual y no se registraron anteriormente en la posición de referencia, o cuyas identificaciones de emisión sólo se registraron anteriormente en la posición de referencia y no se suministran en la posición actual. Puede existir un paso intermedio, para elegir del segundo número  $N_{neq}$  de radiotransmisores un número  $N_{nh}$  ("not heard" = "no escuchados") de radiotransmisores recibidos demasiado poco en la posición actual, es decir, de radiotransmisores de los cuales existen características registradas con anterioridad en la posición de referencia, pero de los cuales no existe sin embargo ninguna característica suministrada en la posición actual. Cuanto mayor sea el número  $N_{nh}$  de radiotransmisores recibidos demasiado poco en la posición actual, tanto más probable es que la posición actual no se corresponda con la posición de referencia. También puede estar previsto otro paso intermedio, en el que de la segunda cantidad  $N_{neq}$  de radiotransmisores se elige una cantidad  $N_{htm}$  ("heard too much" = "demasiado escuchados") de radiotransmisores demasiado recibidos en la posición actual, de los cuales no existe ninguna característica electromagnética registrada con anterioridad en la posición de referencia, de los cuales sin embargo sí existen características electromagnéticas suministradas en la posición actual. Cuanto mayor sea el número  $N_{htm}$  de radiotransmisores demasiado recibidos en la posición actual, tanto más probable es que la posición actual no se corresponda con la posición de referencia. El segundo número  $N_{neq}$  de radiotransmisores se obtiene por lo tanto a partir del número  $N_{nh}$  de radiotransmisores recibidos demasiado poco en la posición actual y del número  $N_{htm}$  de radiotransmisores demasiado recibidos en la posición actual, según  $N_{neq} = (N_{nh} + N_{htm})$ .

**[0050]** En base a las características suministradas de las señales de radio, en un tercer paso se determina el grado de coincidencia o un valor de distancia ACC para la posición actual, en donde se tienen en cuenta tanto características del primer número  $N_{eq}$  de radiotransmisores como también características del segundo número  $N_{neq}$  de radiotransmisores en la determinación del grado de coincidencia, y en donde las características del primer número  $N_{eq}$  de los radiotransmisores y las características del segundo número  $N_{neq}$  de los radiotransmisores participan de forma diferente en el grado de coincidencia. De acuerdo con los ejemplos de realización, las características del primer número  $N_{eq}$  de los radiotransmisores se ponderan más altos que las características del segundo número  $N_{neq}$  de los radiotransmisores, con respecto a lo cual se entrará más adelante en mayor detalle.

**[0051]** La determinación o el suministro de las características de señales de radio se realiza en un terminal móvil o en un cliente, como por ejemplo una PDA apta para WLAN, una PDA apta para Bluetooth, o, por ejemplo,

también un teléfono móvil. Para ello el cliente presenta un dispositivo para la determinación o el suministro de las características de las señales de radio de los radiotransmisores de posición fija, en donde las características están caracterizadas por lo general por medio de una identificación de un radiotransmisor de posición fija, y su característica electromagnética de señal, como, por ejemplo, una intensidad de campo de recepción, un espectro de recepción o una distancia señal/ruido recibida.

**[0052]** La identificación o una característica identificativa de un radiotransmisor de posición fija puede ser, por ejemplo, su dirección MAC (MAC = Media Access Control), identificación de estación base o una identificación de celda.

**[0053]** Entre las características de las señales de radio se pueden entender los paquetes de medida MP(i) anteriormente descritos. Las características MP(i) determinadas o suministradas se suministran a un dispositivo 34 para la separación de las señales de radio o de sus radiotransmisores correspondientes en un primer número  $N_{eq}$  de radiotransmisores y un segundo número  $N_{neq}$  de radiotransmisores. En ello, el primer número  $N_{eq}$  de radiotransmisores comprende aquellos radiotransmisores de los cuales las identificaciones de emisión determinadas en la posición de referencia observada son idénticos a las identificaciones de emisión determinadas en la posición actual. El segundo número  $N_{neq} = (N_{nh} + N_{htm})$  de radiotransmisores comprende aquellos radiotransmisores cuyas identificaciones de emisión o bien sólo se suministran en la posición y no fueron registrados con anterioridad en la posición de referencia, o cuyas identificaciones de emisión sólo se registraron en la posición de referencia con anterioridad y no se suministran en la posición. Las señales de radio se dividen por lo tanto al menos en dos grupos. Un primer grupo comprende características de señales de radio del primer número  $N_{eq}$  de radiotransmisores, mientras que, en cambio, un segundo grupo comprende características de señales de radio del segundo número  $N_{neq}$  de radiotransmisores. Tal y como se describió ya con anterioridad, el segundo grupo aún se puede subdividir en un grupo de características de señales de radio de radiotransmisores demasiado poco recibidos en la posición actual y en un grupo de características de señales de radio de radiotransmisores demasiado recibidos en la posición. Las características del primer número  $N_{eq}$  de radiotransmisores y las características del segundo número  $N_{neq}$  de radiotransmisores se pueden introducir de forma diferente en el grado de coincidencia, es decir, ponderarse de forma diferente.

**[0054]** En cualquier lugar o cualquier posición se suministran, en tanto se puedan recibir, señales de varias estaciones base o radiotransmisores de diferentes intensidades de señal junto con las identificaciones de emisión correspondientes. En el caso de redes WLAN, una huella electrónica de este tipo comprende una lista de direcciones MAC unívocas para cada equipo WLAN o radiotransmisor WLAN, y las intensidades de señal de recepción correspondientes al mismo, y caracteriza de este modo a la posición actual. No tiene ninguna importancia dónde están los radiotransmisores WLAN.

**[0055]** Ahora se forman diferencias entre las características electromagnéticas anteriormente registradas en la posición de referencia y las características electromagnéticas suministradas en la posición actual para el primer número  $N_{eq}$  de radiotransmisores. Se forman, por ejemplo, diferencias de valores RSSI de radiotransmisores para los que las identificaciones de emisión anteriormente registradas en la posición de referencia son idénticas a las identificaciones de emisión suministradas en la posición actual. Esta diferencia de valores RSSI  $\Delta RSSI_1$  hasta  $\Delta RSSI_{N_{eq}}$  se suma en una suma  $\sum \Delta RSSI_n$ .  $N_{eq}$  es el primer número de radiotransmisores que aparecen tanto en el paquete de medida como en el paquete de referencia. La función  $\Delta RSSI$  calcula una distancia entre dos valores de intensidad de señal. Como función de distancia se puede elegir por ejemplo la distancia euclídea de los valores de medida en dB. Distancia significa en este sentido por lo tanto no una distancia espacial, sino una desviación matemática. Después de la suma se pondera la suma  $\sum \Delta RSSI_n$  con un factor de ponderación EQW, es decir  $EQW \cdot \sum \Delta RSSI_n$ . EQW define para ello un peso entre 0 y 1, que indica con qué fuerza se debe de valorar la distancia de los valores de medida o la distancia de los valores de intensidad de señal  $\sum \Delta RSSI_n$  en comparación con los radiotransmisores demasiado o demasiado poco escuchados en la posición actual.

**[0056]** Si en este punto se terminase con el cálculo del grado de coincidencia, sería posible que se eligiesen como candidatas en realidad posiciones de referencia menos adecuadas a la posición actual que otras mejor adecuadas. Para ello un ejemplo: supóngase que para un primer punto de referencia se obtiene en comparación con la posición actual  $N_{eq} = 1$ , es decir, tan sólo coincide una identificación de emisión de radiotransmisor entre el paquete de medida de referencia y el paquete de medida actual. Si los valores RSSI correspondientes de los paquetes de medida se encuentran separados entre sí tan sólo, de forma fortuita, en 2,5 dB, se obtiene que  $\sum \Delta RSSI_i / N_{eq} = 2,5$  dB. Supóngase además que para un segundo punto de referencia se obtiene en la comparación con la posición actual  $N_{eq} = 3$ , es decir, tres identificaciones de emisión de radiotransmisor coinciden entre el paquete de medida de referencia y el paquete de medida actual. Si los valores RSSI correspondientes sólo difieren entre sí, por ejemplo, en 2 dB, 3 dB y 4 dB, se obtiene en total  $\sum \Delta RSSI_i / N_{eq} = 3$  dB. En consecuencia, se debería valorar el segundo punto de referencia peor que el primero, lo que daría lugar a un error de estimación. Mediante el esquema anteriormente descrito se pueden evitar o al menos reducir este tipo de errores de estimación.

**[0057]** Para cada radiotransmisor recibido demasiado poco se puede definir una función de penalización o un valor de penalización  $M_{nh;m}()$  ( $m = 1, \dots, N_{nh}$ ). Es decir, para cada estación que está presente en los valores de

referencia pero no en los valores de medida actuales se puede definir un valor de penalización  $M_{nh,m}()$  ( $m = 1, \dots, N_{nh}$ ). Este puede depender, por ejemplo, de la fiabilidad con la que se podía recibir la estación demasiado poco recibida correspondiente en el pasado en la posición de referencia. Para una muy buena capacidad de recepción de la estación recibida demasiado poco, es decir, un valor RSSI elevado, resulta, por ejemplo, un elevado valor de penalización. El valor de penalización  $M_{nh,m}()$  ( $m = 1, \dots, N_{nh}$ ) puede ser por lo tanto directamente proporcional al valor RSSI de referencia de la estación demasiado poco recibida en la posición actual. Asimismo, la función de penalización  $M_{nh,m}()$  ( $m = 1, \dots, N_{nh}$ ) puede estar enlazada con un valor PGS del radiotransmisor recibido demasiado poco correspondiente. Un valor PGS pequeño en la base de datos de referencia puede dar lugar por ejemplo también a un pequeño valor de la función de penalización  $M_{nh,m}()$  correspondiente. Esto se puede calcular, por ejemplo, mediante la siguiente fórmula:

$$M_{nh,m}(PGS) = \text{FixMalus} + \text{DynamicMalus},$$

en donde  $\text{DynamicMalus} = \text{FixMalus} \cdot \text{PGS} / 100$ . La función  $M_{nh,m}()$  ( $m = 1, \dots, N_{nh}$ ) para un valor de penalización para un radiotransmisor recibido demasiado poco depende por lo tanto de acuerdo con los ejemplos de realización de una intensidad de campo de recepción relacionada con la característica anteriormente registrada en el punto de referencia, así como de modelos, por ejemplo, para el entorno, la bonanza de los valores de medida, etc. Los  $N_{nh}$  valores de penalización  $M_{nh,m}()$  ( $m = 1, \dots, N_{nh}$ ) para los radiotransmisores recibidos demasiado poco en la posición actual se procesan para determinar una primera suma  $\sum M_{nh,m}()$  de los  $N_{nh}$  valores de penalización de los radiotransmisores recibidos demasiado poco.

**[0058]** Las características de señales de radio de un número  $N_{htm}$  de radiotransmisores recibidos demasiado en la posición actual están asignados a radiotransmisores para los que no existen características electromagnéticas anteriormente registradas en la posición de referencia, para los que, sin embargo, existen características electromagnéticas suministradas en la posición actual. A cada radiotransmisor demasiado recibido en la posición actual se la puede asignar una función de penalización  $M_{htm,r}()$  ( $r = 1, \dots, N_{htm}$ ) o un valor de penalización. Es decir, para cada radiotransmisor que falta en los valores de referencia pero que está incluido en los valores de medida actualmente medidos, se puede definir un valor de penalización  $M_{htm,r}()$  ( $r = 1, \dots, N_{htm}$ ). También aquí la función para el valor de penalización  $M_{htm,r}()$  ( $r = 1, \dots, N_{htm}$ ) puede depender del valor de medida RSSI actual del radiotransmisor, así como de modelos, por ejemplo para el entorno, la bonanza de los valores de medida, la antigüedad de los datos de referencia, etc. A un radiotransmisor demasiado recibido en la posición actual se le puede asignar un valor de penalización  $M_{htm,r}()$  ( $r = 1, \dots, N_{htm}$ ) que depende de una característica relacionada con la intensidad de campo de recepción de su señal de radio, por ejemplo el valor RSSI. El valor de penalización  $M_{htm,r}()$  ( $r = 1, \dots, N_{htm}$ ) es por lo tanto generalmente directamente proporcional al valor RSSI de referencia de la estación demasiado recibida en la posición actual. Asimismo, la función de penalización  $M_{htm,r}()$  ( $r = 1, \dots, N_{htm}$ ) puede estar enlazada con un valor PGS del radiotransmisor demasiado recibido correspondiente. Un valor PGS pequeño en la base de datos de referencia puede dar lugar por ejemplo también a un valor pequeño de la función de penalización correspondiente  $M_{htm,r}()$  ( $r = 1, \dots, N_{htm}$ ). Los  $N_{htm}$  valores de penalización de los radiotransmisores demasiado recibidos se suman para formar una segunda suma  $\sum M_{htm,r}()$ .

**[0059]** La primera suma  $\sum M_{nh,m}()$  de los valores de penalización de los radiotransmisores recibidos demasiado poco y la segunda suma  $\sum M_{htm,r}()$  de los radiotransmisores demasiado recibidos se suman de acuerdo con los ejemplos de realización y se ponderan con un factor de ponderación  $(1 - EQW)$ , es decir,  $(1 - EQW) \cdot (\sum M_{nh,m}() + \sum M_{htm,r}())$ .

**[0060]** Finalmente se suman la suma ponderada  $EQW \cdot \sum \Delta RSSI_n$  de las diferencias entre características electromagnéticas anteriormente registradas en la posición de referencia y características electromagnéticas suministradas en la posición del primer número  $N_{eq}$  de radiotransmisores y la suma ponderada  $(1 - EQW) \cdot (\sum M_{nh,m}() + \sum M_{htm,r}())$  de los valores de penalización, y se normaliza con  $(N_{eq} + N_{nh} + N_{htm})$  para obtener el valor de distancia ACC entre la posición actual y la posición de referencia observada. El valor de distancia ACC se calcula por lo tanto, por ejemplo, como

$$ACC = \frac{EQW \cdot \sum_{n=1}^{N_{eq}} \Delta RSSI_n() + (1 - EQW) \cdot (\sum_{m=1}^{N_{nh}} M_{nh,m}() + \sum_{r=1}^{N_{htm}} M_{htm,r}())}{N_{eq} + N_{nh} + N_{htm}} \quad .(1)$$

**[0061]** Si se determina el valor de distancia ACC según la ecuación (1), una coincidencia entre la posición actual y la posición de referencia contemplada será tanto mayor cuanto menor sea el valor de distancia ACC. Es decir, la coincidencia es tanto mayor cuanto menor es la suma  $\sum \Delta RSSI_n$  de las diferencias y cuanto menor sean las sumas  $\sum M_{nh,m}()$ ,  $\sum M_{htm,r}()$  de los valores de penalización.

**[0062]** El grado de coincidencia podría ser también inverso al valor de distancia ACC de acuerdo con otros ejemplos de realización, o se podría calcular de acuerdo con  $(1 - ACC)$ , en caso de que ACC no pueda ser mayor que 1. Es decir, cuanto menor sea la distancia ACC, tanto mayor es el grado de coincidencia. Naturalmente también son imaginables otras reglas de cálculo, en las que las características del primer número  $N_{eq}$  de radiotransmisores y las características del segundo número  $N_{eq} = (N_{nh} + N_{htm})$  de radiotransmisores participan de forma diferente en el

grado de coincidencia.

**[0063]** Según el método de cálculo ahora mismo descrito para el valor de distancia ACC, cada estación recibida demasiado o demasiado poco aumenta la distancia ACC. El tratamiento de diferentes estaciones en la huella y en los valores de medida actuales tiene una gran influencia en la precisión: una estación que falta en la huella de referencia almacenada, pero que aparece en la medición actual, es un fuerte indicio de que esta huella no es adecuada.

**[0064]** La fig. 7 muestra un plano horizontal de un área geográfica 70 como de un barrio de una ciudad o una sala de exposiciones con stands de exposición y pasillos situados entre ellos. El dispositivo de determinación de posición 10 se encuentra situado en una posición actual 76. Para una pluralidad de posiciones en el área geográfica 70 se registraron datos de referencia, que están representados o bien como un círculo o bien como una cruz. Las posiciones de referencia 79 representadas como una cruz están demasiado alejadas de la posición actual 76 del dispositivo de determinación de posición 10, de tal forma que no existe ninguna coincidencia en los radiotransmisores que se pueden recibir en estas dos posiciones (o sólo una pequeña coincidencia). En las posiciones de referencia 78 representadas como un círculo existe al menos una coincidencia de base entre el modelo de señal de radio recibido en la posición actual 76 y el modelo de señal de radio de referencia registrado para la posición de referencia correspondiente. Una coincidencia de base de este tipo puede venir dada por el hecho de que existe una coincidencia suficiente en los radiotransmisores que se pueden recibir en ambas posiciones. Además de ello, en la fig. 7 también está representado el grado de coincidencia entre el modelo de señal de radio que se puede recibir en la posición actual 76 y el modelo de señal de radio de referencia en las posiciones de referencia correspondientes. Un círculo pequeño en la posición de referencia correspondiente significa que sólo está presente una pequeña coincidencia. En cambio, un círculo de gran tamaño significa que está presente una elevada coincidencia.

**[0065]** Las posiciones de referencia 71, 72, 73, 74 y 75 que se encuentran en la proximidad de la posición actual 76 se corresponden con coincidencias relativamente buenas entre el modelo de señal de radio recibido y los modelos de señal de radio de referencia correspondientes. La posición de referencia 71 representa para ello la posición de referencia con la mayor coincidencia. Las posiciones de referencia 72 a 75 presentan una coincidencia suficiente entre el modelo de señal de radio recibido y los modelos de señal de radio de referencia correspondientes, de tal forma que también se pueden emplear para la calibración. De este modo, los modelos de señal de radio de referencia correspondientes a las posiciones de referencia 71 a 75 entran en la selección de los modelos de señal de radio de referencia 57 o 66 (fig. 5 y 6). Aun cuando la intensidad de señal del modelo de señal de radio recibido en la posición actual 76 pudiera diferir notablemente en valores absolutos de las intensidades de señal que se determinaron para las posiciones de referencia 71 a 75, debido a una mala calibración o aún no realizada, mediante el dispositivo para la comparación 51, 61 se puede garantizar que se van a emplear para la calibración aquellas posiciones de referencia que se encuentran en proximidad espacial a la posición actual 76.

**[0066]** La fig. 8 muestra un diagrama de bloques esquemático de un ejemplo de realización para un filtro paso bajo, tal y como se puede emplear, por ejemplo, para el filtro de ponderación de histórico 58 o el filtro paso bajo 68. El filtro mostrado en la fig. 8 consiste en un filtro recurrente que en primer lugar filtra una magnitud de entrada al filtro con un coeficiente de entrada de filtrado 81. El coeficiente de entrada de filtrado 81 está aquí expresado en función de un parámetro  $a$ , y concretamente como  $1/(1+a)$ . La magnitud de entrada al filtro multiplicada por el coeficiente de entrada de filtrado 81 se suministra a un sumador 82. El sumador 82 dispone de otra entrada a través de la cual se proporciona al sumador 82 un valor anterior de salida del filtro. El valor anterior de salida del filtro se toma a la salida del sumador 82, se suministra a un elemento de retardo 83, y se multiplica a continuación por un coeficiente de realimentación de filtrado 84, que en el caso representado en la fig. 8 es igual al parámetro  $a$ . De este modo se puede expresar la salida del filtro en el instante  $k$  como sigue:

$$y[k] = (1/(1+a)) \cdot x[k] + a \cdot y[k-1].$$

**[0067]** El parámetro  $a$  se elige típicamente con un valor relativamente alto, por ejemplo  $a = 500$ . El valor del parámetro  $a$  se puede hacer que dependa de una velocidad de exploración ("Polling Interval") actualmente ajustada.

**[0068]** La fig. 9 muestra una representación esquemática para el suministro de valores de entrada al filtro al filtro paso bajo 68. Las diferencias de intensidad de señal determinadas en los dispositivos para la determinación de la diferencia de intensidad de señal 56, 67 se almacenan temporalmente en una estructura de datos 96. La estructura de datos 96 puede estar organizada de tal forma que la diferencia de intensidad de señal para un modelo de señal de radio recibido con respecto a varios modelos de señal de radio de referencia están almacenadas en vectores de diferentes longitudes. Los vectores pueden presentar diferentes longitudes, puesto que según el modelo de señal de radio recibido se encuentran disponibles modelos de señal de radio de referencia más o menos suficientes dentro del subconjunto seleccionado. Los vectores dentro de la estructura de datos 96 pueden estar caracterizados con respecto al instante en el que se añadieron a la estructura de datos 96, de tal forma que un secuenciador 97 puede leer los vectores en este orden. El secuenciador 97 lee los valores individuales de intensidad de señal del vector que se acaba de leer, y los transmite al filtro paso bajo 68. Después de leer el vector

correspondiente a un determinado modelo de señal de radio, éste se puede borrar de la estructura de datos 96, de tal forma que se libera espacio de almacenamiento para nuevas diferencias de intensidad de señal que llegan.

**[0069]** La denominación  $\Delta RSSI_{i,j}$  identifica a la diferencia de intensidad de señal entre el modelo de señal de radio recibido  $i$  y el modelo de señal de radio de referencia  $j$ , en donde  $j$  se corresponde con la numeración dentro de la cantidad seleccionada de modelos de señal de radio de referencia para el modelo de señal de radio recibido  $i$ .

**[0070]** La fig. 10 muestra un diagrama de flujo esquemático de un procedimiento para la calibración de acuerdo con un ejemplo de realización de la doctrina aquí publicada. Tras el inicio del procedimiento en 101, se recibe en 102 un modelo de señal de radio actual. El procedimiento para la calibración realiza a continuación en 103 una comparación entre el modelo de señal de radio recibido con una pluralidad de modelos de señal de radio de referencia. Sobre la base de la comparación realizada, se selecciona un modelo de señal de radio de referencia o varios modelos de señal de radio de referencia en un subconjunto seleccionado. Para ello, se evalúa un grado de coincidencia entre el modelo de señal de radio recibido y cada uno de los modelos de señal de radio de referencia.

**[0071]** Para los modelos de señal de radio de referencia contenidos en el subconjunto seleccionado se determina una diferencia de intensidad de señal correspondientemente entre el modelo de señal de radio recibido y cada modelo de señal de radio de referencia (caja 105). En 106 se determina un valor de calibración para la intensidad de señal. Esto se realiza sobre la base de las diferencias de intensidad de señal determinadas, en donde típicamente se realiza un promediado de varias diferencias de intensidad de señal, para evitar en mayor medida oscilaciones ocasionales del valor de calibración. El procedimiento para la calibración pone a disposición en 107 el valor de calibración para su uso por parte del dispositivo de determinación de posición. Típicamente, un dispositivo receptor del dispositivo de determinación de posición empleará el valor de calibración puesto a disposición. El dispositivo receptor está en disposición, después de una calibración con éxito, de determinar también intensidades de señal absolutas de los modelos de señal de radio recibidos o de las señales de radio recibidas con una exactitud suficiente para la determinación de la posición. El procedimiento finaliza en 108, pudiendo, no obstante, repetirse periódicamente. Por ejemplo se puede realizar una vez por unidad de tiempo, por ejemplo, una vez cada 10 segundos, 30 segundos o 60 segundos. El procedimiento también se puede disparar bajo determinadas circunstancias, por ejemplo, al recibir un nuevo modelo de señal de radio.

**[0072]** A pesar de que se han descrito algunos aspectos en relación con un dispositivo, se entiende que estos aspectos también representan una descripción del procedimiento correspondiente, de tal forma que un bloque o un elemento constructivo de un dispositivo también se debe de entender como una etapa de procedimiento correspondiente o una característica de una etapa de procedimiento. De forma análoga, aspectos que se han descrito en relación con una o como una etapa de procedimiento, representan también una descripción de un bloque o detalle o característica correspondiente de un dispositivo correspondiente. Algunas o todas las etapas de procedimiento se pueden realizar mediante un aparato hardware (o mediante el uso de un aparato hardware), como, por ejemplo, un microprocesador, un ordenador programable o un circuito electrónico. En algunos ejemplos de realización, una o algunas de las etapas de procedimiento más importantes se pueden realizar mediante un aparato de este tipo.

**[0073]** Según determinados requisitos de implementación, ejemplos de realización de la invención pueden estar implementados en hardware o en software. La implementación se puede realizar mediante el uso de un medio de almacenamiento digital, por ejemplo, un disco flexible, un DVD, un disco Blu-ray, un CD, una ROM, una PROM, una EPROM, una EEPROM o una memoria FLASH, un disco duro o cualquier otra memoria magnética y óptica, en el que están almacenadas señales de mando electrónicamente legibles, que pueden interactuar o interactúan con un sistema programable de ordenador de tal forma que se desarrolla el procedimiento correspondiente. Por ello, el medio digital de almacenamiento puede ser legible por ordenador.

**[0074]** Algunos ejemplos de realización de acuerdo con la invención comprenden por lo tanto un soporte de datos, que presenta una señales de mando electrónicamente legibles, que están en disposición de interactuar con un sistema de ordenador programable de tal forma que se realiza uno de los procedimientos aquí descritos.

**[0075]** En general, ejemplos de realización de la presente invención pueden estar implementados como producto de programa de ordenador con un código de programa, en donde el código de programa puede ser eficaz para realizar uno de los procedimientos, cuando el producto de programa de ordenador se ejecuta en un ordenador.

**[0076]** El código de programa puede estar también almacenado, por ejemplo, en un soporte legible por máquinas.

**[0077]** Otros ejemplos de realización comprenden el programa de ordenador para la realización de uno de los procedimientos aquí descritos, en donde el programa de ordenador está almacenado en un soporte legible por máquinas.

**[0078]** En otras palabras, un ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención es por lo

tanto un programa de ordenador, que presenta un código de programa para la realización de uno de los procedimientos aquí descritos, cuando el programa de ordenador se ejecuta en un ordenador.

5 **[0079]** Otro ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención es por lo tanto un soporte de datos (o un medio digital de almacenamiento o un medio legible por ordenador), en el que está grabado el programa de ordenador para la realización de uno de los procedimientos aquí descritos.

10 **[0080]** Otro ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención es por lo tanto un flujo de datos o una secuencia de señales, que representa o representan el programa de ordenador para la realización de uno de los procedimientos aquí descritos. El flujo de datos o la secuencia de señales puede o pueden estar configurados para ser transferidos a través de una conexión de comunicación de datos, por ejemplo, a través de Internet.

15 **[0081]** Otro ejemplo de realización comprende un dispositivo de procesamiento, por ejemplo un ordenador o un elemento constructivo lógico programable, que está configurado o adaptado para realizar uno de los procedimientos aquí descritos.

20 **[0082]** Otro ejemplo de realización comprende un ordenador, en el que está instalado el programa de ordenador para la realización de uno de los procedimientos aquí descritos.

25 **[0083]** Otro ejemplo de realización de acuerdo con la invención comprende un dispositivo o un sistema que está dimensionado para transmitir a un receptor un programa de ordenador para la realización de al menos uno de los procedimientos aquí descritos. La transmisión se puede realizar por ejemplo de forma electrónica u óptica. El receptor puede ser, por ejemplo, un ordenador, un equipo móvil, un equipo de almacenamiento o un dispositivo similar. El dispositivo o el sistema puede comprender por ejemplo un servidor de datos para la transmisión del programa de ordenador hacia el receptor.

30 **[0084]** En algunos ejemplos de realización se puede emplear un elemento constructivo lógico programable (por ejemplo, una matriz de puertas programable en campo, un FPGA) para realizar alguna o todas las funcionalidades de los procedimientos aquí descritos. En algunos ejemplos de realización, una matriz de puertas programable en campo puede actuar conjuntamente con un microprocesador, para realizar uno de los procedimientos aquí descritos. En general, los procedimientos se realizan en algunos ejemplos de realización desde cualquier dispositivo hardware. Este puede ser un hardware de uso universal como un procesador de ordenador (CPU) o hardware específico para el procedimiento, como, por ejemplo, un ASIC.

35 **[0085]** Los ejemplos de realización anteriormente descritos representan tan sólo una ilustración de los principios de la presente invención. Se entiende que para otros expertos resultarán obvias modificaciones y variaciones de las disposiciones y detalles aquí descritos. Por ello, está previsto que la invención esté limitada exclusivamente por el alcance de protección de las siguientes reivindicaciones y no por los detalles específicos que se han presentado aquí a través de la descripción y de la explicación de ejemplos de realización.

40

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la calibración de un dispositivo de determinación de posición (10) con las siguientes características:

un dispositivo (51; 61) para la comparación de un modelo de señal de radio recibido con una pluralidad de modelos de señal de radio de referencia, que está conformado para elegir un subconjunto seleccionado a partir de una pluralidad de modelos de señal de radio de referencia mediante un grado de coincidencia entre el modelo de señal de radio recibido y un modelo de señal de radio de referencia respectivamente de entre una pluralidad de los modelos de señal de radio de referencia;

un dispositivo (56; 67) para la determinación de diferencias de intensidad de señal entre el modelo de señal de radio recibido y un modelo de señal de radio de referencia respectivamente del subconjunto seleccionado; y

un dispositivo (58; 68) para la determinación de un valor de calibración basado en las diferencias de intensidad de señal, y para la puesta a disposición del valor de calibración al dispositivo de determinación de posición,

**caracterizado porque** el modelo de señal de radio recibido comprende al menos uno de entre una identificación de emisión de un radiotransmisor que se puede recibir y una intensidad de señal de una señal de radio recibida, y porque

el dispositivo (51; 61) para la comparación está además conformado para relacionar entre sí intensidades relativas de señal para diferentes identificaciones de emisión dentro de un modelo de señal de radio recibido con intensidades relativas de señal correspondientes dentro de un modelo de señal de radio de referencia, y para obtener conclusiones de ello acerca del grado de coincidencia.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, en donde el grado de coincidencia es indiferente en lo que respecta a un escalado del modelo de señal de radio recibido y de los modelos de señal de radio de referencia.

3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, en donde el dispositivo (51; 61) para la comparación está conformado para comparar el grado de coincidencia con un valor umbral  $ACC_{Th}$ , en donde el modelo de señal de radio recibido y un determinado modelo de señal de radio de referencia se recogen relacionados entre sí en el subconjunto seleccionado, cuando el grado de coincidencia entre el modelo de señal de radio recibido y el modelo de señal de radio de referencia determinado cumple una condición definida por el valor umbral  $ACC_{Th}$ , y en donde el modelo de señal de radio recibido y el modelo de señal de radio de referencia determinado no se recogen en el subconjunto seleccionado cuando el grado de coincidencia correspondiente no cumple la condición definida por el valor umbral  $ACC_{Th}$ .

4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo (51; 61) para la comparación está conformado para elegir para el subconjunto seleccionado aquellos modelos de señal de radio de referencia cuyo grado de coincidencia se encuentre dentro de un intervalo de tolerancia con el modelo de señal de radio recibido, que comprende un mejor grado de coincidencia determinado hasta el momento.

5. Dispositivo según la reivindicación 4, en donde el intervalo de tolerancia se extiende al menos por un lado desde el mejor valor de grado de coincidencia determinado hasta el momento a lo largo de una anchura de intervalo de tolerancia que es un 30% del mejor valor de grado de coincidencia determinado hasta el momento, preferentemente un 10% del mejor valor de grado de coincidencia determinado hasta el momento, y más preferentemente un 5% del mejor valor de grado de coincidencia determinado hasta el momento.

6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el dispositivo (51; 61) para la comparación está conformado para elegir aquellos modelos de señal de radio de referencia para el subconjunto seleccionado que cumplan los siguientes criterios:

$$ACC_i \leq ACC_{max}$$

$$ACC_i \leq ACC_{Th}$$

$$ACC_{max} = ACC_0 \cdot LIMIT,$$

en donde  $ACC_0$  es un valor de grado de coincidencia de un modelo de señal de radio de referencia con la mejor coincidencia hasta el momento, y  $ACC_{Th}$  es un valor umbral para el grado de coincidencia con respecto a la recogida en el subconjunto seleccionado.

7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo para la determinación y la puesta a disposición del valor de calibración comprende un filtro paso bajo (58; 68), que filtra al menos las diferencias de intensidad de señal o el valor de calibración.

8. Dispositivo según la reivindicación 7, en donde el filtro paso bajo (58; 68) es un filtro recurrente con un coeficiente de entrada de filtrado y un coeficiente de realimentación de filtrado, en donde el coeficiente de realimentación de filtrado es mayor que diez veces el coeficiente de entrada de filtrado, preferentemente mayor que cien veces el coeficiente de entrada de filtrado, más preferentemente mayor que mil veces el coeficiente de entrada de filtrado, más preferentemente mayor que diez mil veces el coeficiente de entrada de filtrado.
9. Dispositivo según la reivindicación 7 u 8, en donde el filtro paso bajo (58; 68) está conformado para determinar una diferencia media de intensidad de señal a partir de una pluralidad de diferencias de intensidad de señal individuales.
10. Dispositivo según la reivindicación 8, en donde la pluralidad de diferencias de intensidad de señal individuales se corresponden con diferencias de intensidad de señal que se refieren dentro de un modelo de señal de radio de referencia tomado de la pluralidad de modelos de señal de referencia a radiotransmisores contemplados en el modelo de señal de radio de referencia, y en donde la pluralidad de las diferencias de intensidad de señal individuales sirven como magnitudes de entrada para el filtro paso bajo (58; 68).
11. Dispositivo de determinación de posición (10) para la localización por radio con:  
un dispositivo para la calibración de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores; y  
un dispositivo para la recepción de señales de radio, que está conformado para recibir un valor de calibración generado por el dispositivo para la calibración y escalar las señales de radio mediante el valor de calibración generado, de tal forma que los datos de señal de radio escalados emitidos por el dispositivo para la recepción de las señales de radio se corresponden sustancialmente con datos de señal de referencia en relación con una intensidad de señal, con los que se comparan datos de señal de radio.
12. Dispositivo de determinación de posición (10) según la reivindicación 11, cuyo modo de funcionamiento se basa en un principio de fijación de huella.
13. Procedimiento para la calibración de un dispositivo de determinación de posición basado en localización por radio, con las siguientes etapas:  
comparación (103) de un modelo de señal de radio recibido con una pluralidad de modelos de señal de radio de referencia;  
selección (104) de modelos de señal de radio de referencia a partir de una pluralidad de modelos de señal de radio de referencia en un subconjunto seleccionado mediante un grado de coincidencia entre el modelo de señal de radio recibido y un modelo de señal de radio de referencia respectivamente de entre la pluralidad de modelos de señal de radio de referencia;  
determinación (105) de diferencias de intensidad de señal entre el modelo de señal de radio recibido y un modelo de señal de radio de referencia respectivamente del subconjunto seleccionado; y  
determinación (106) de un valor de calibración para la intensidad de señal y puesta a disposición del valor de calibración para el uso por parte del dispositivo de determinación de posición,
- caracterizado porque** el modelo de señal de radio recibido comprende al menos uno de entre una identificación de emisión de un radiotransmisor recibido y una intensidad de señal de una señal de radio que se puede recibir, y porque la comparación del modelo de señal de radio recibido con la pluralidad de los modelos de señal de radio relaciona entre sí intensidades relativas de señal para diferentes identificaciones de emisión dentro del modelo de señal de radio recibido con intensidades relativas de señal correspondientes dentro de un modelo de referencia, y extrae conclusiones acerca del grado de coincidencia.
14. Programa de ordenador para la realización del procedimiento según la reivindicación 13, cuando el programa de ordenador se ejecuta en un procesador o microcontrolador.

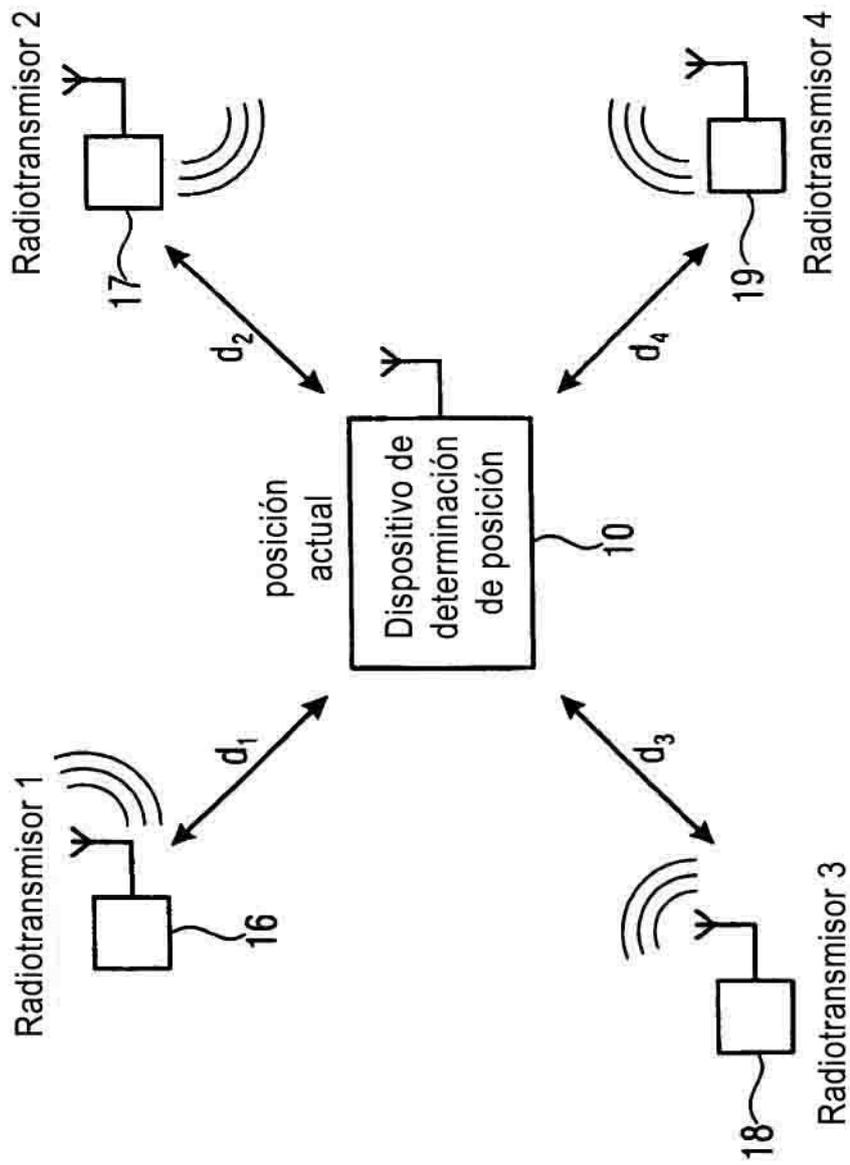


FIGURA 1

Intensidad de señal del radiotransmisor  $i$   
 en la posición actual

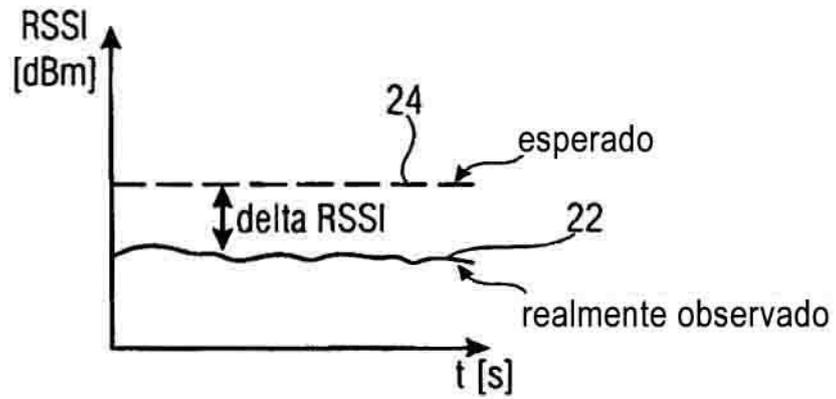


FIGURA 2

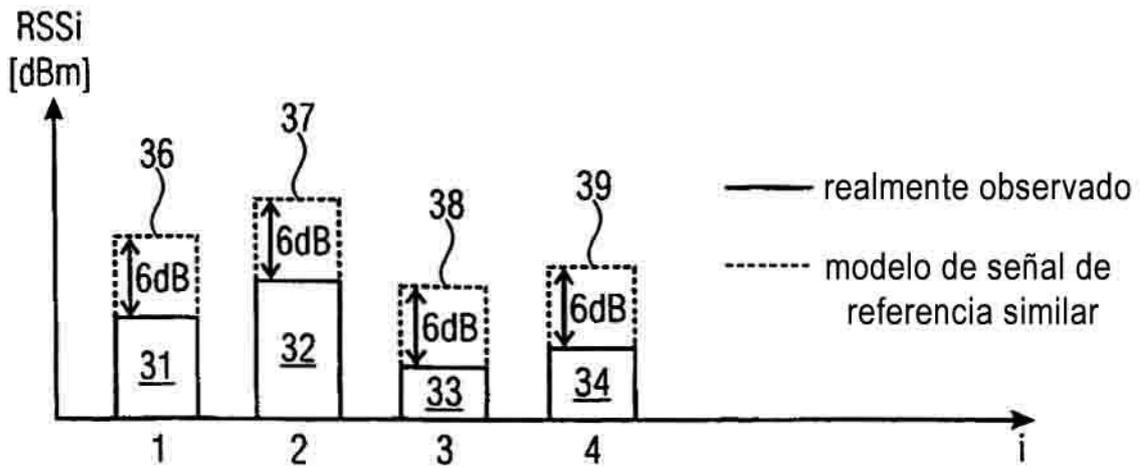


FIGURA 3

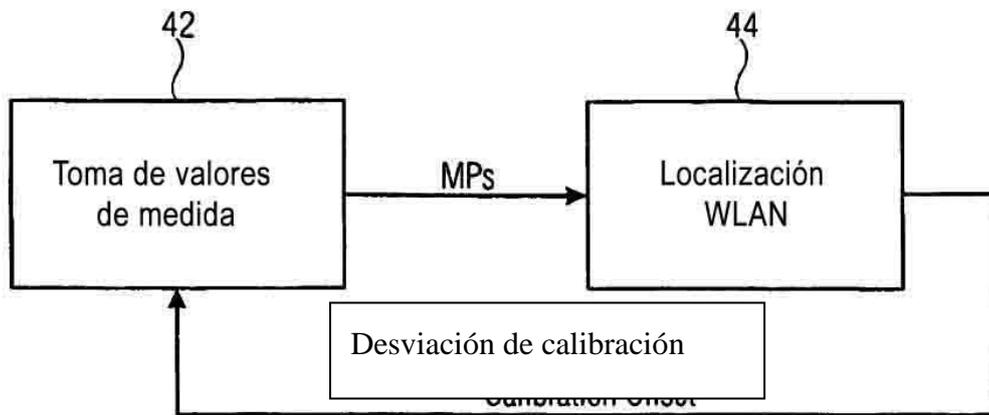


FIGURA 4

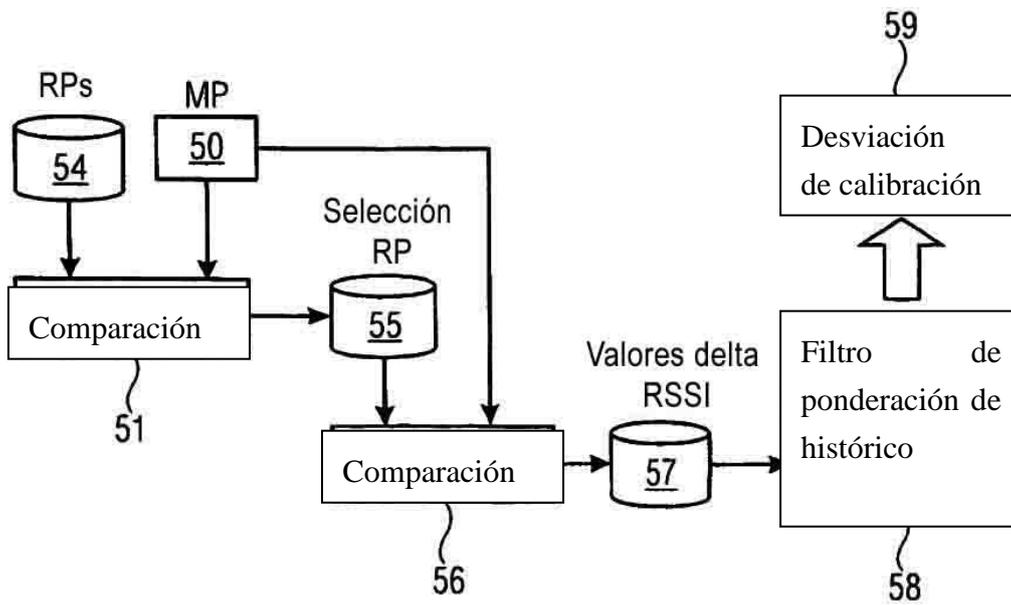


FIGURA 5

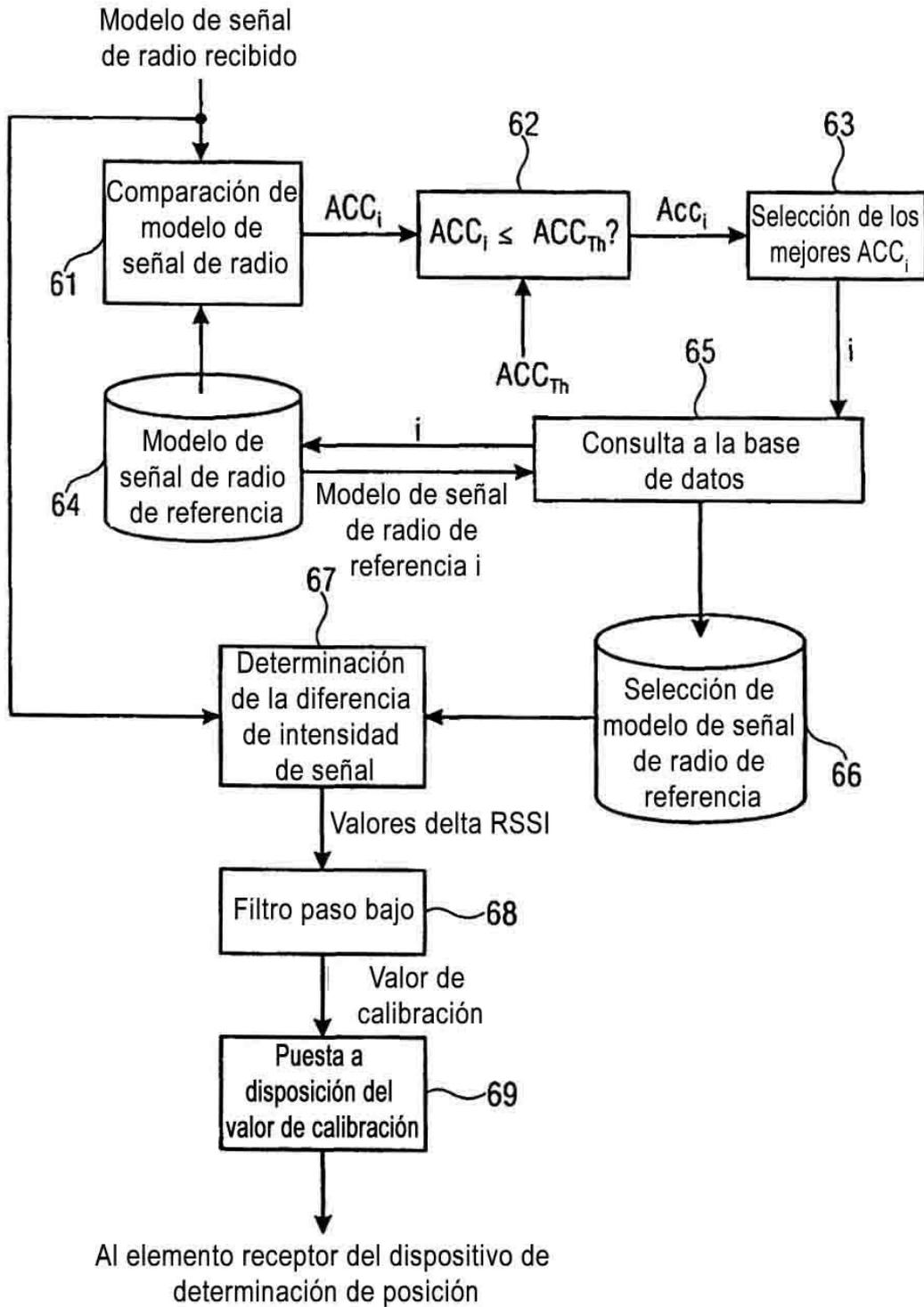


FIGURA 6

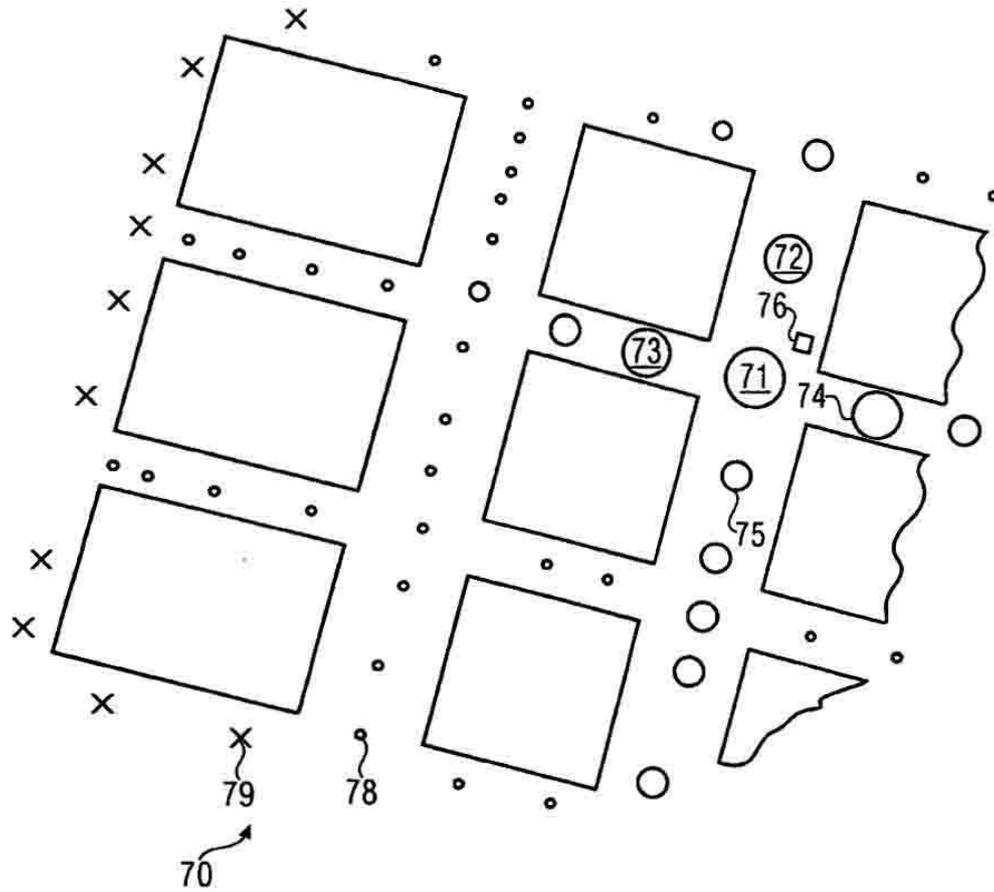


FIGURA 7

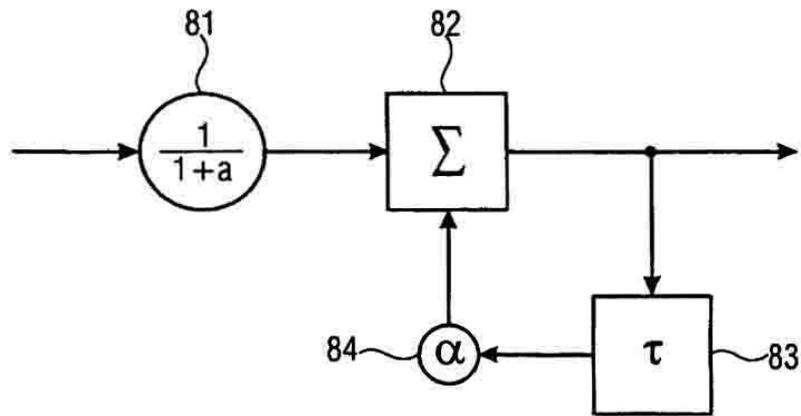


FIGURA 8

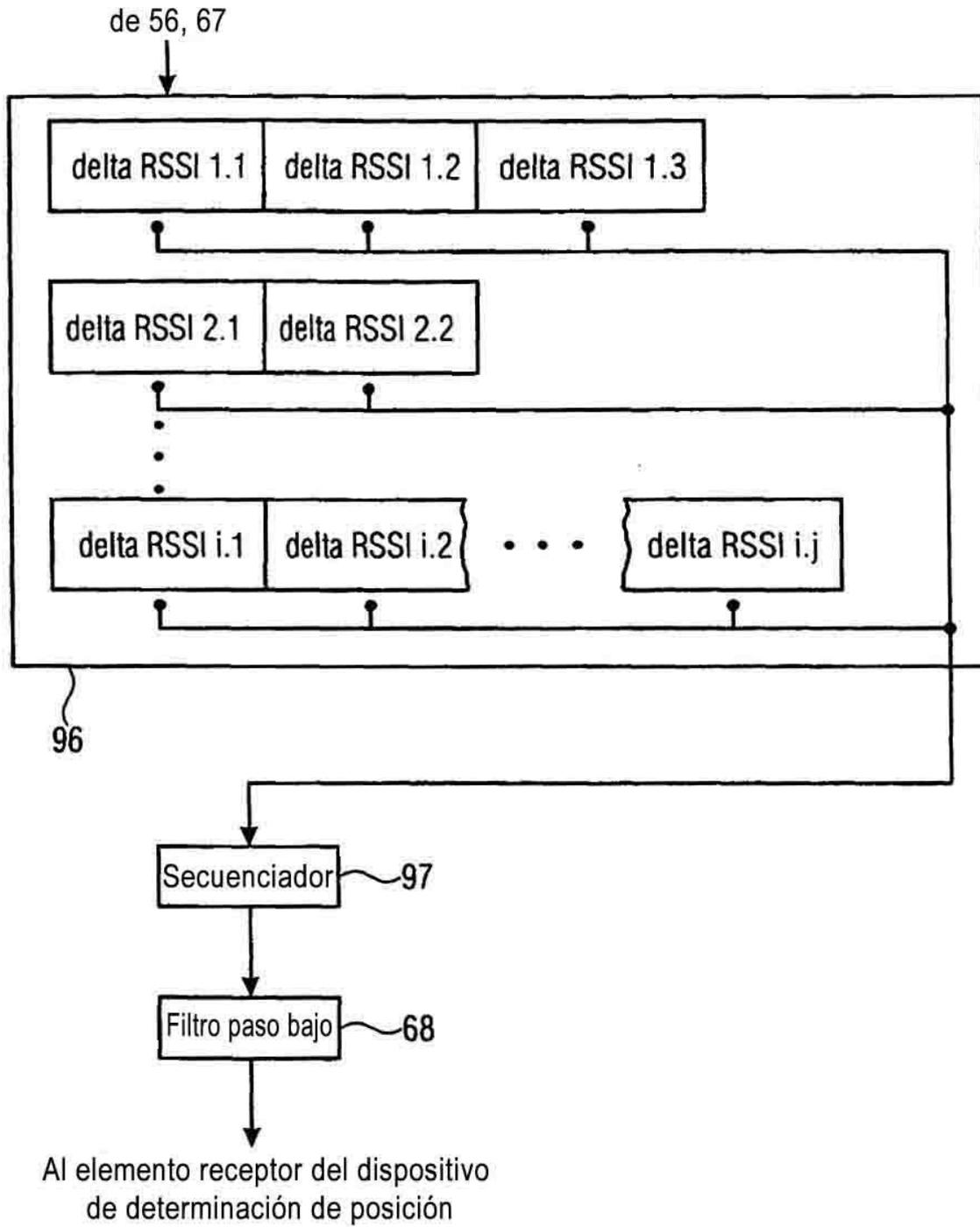


FIGURA 9

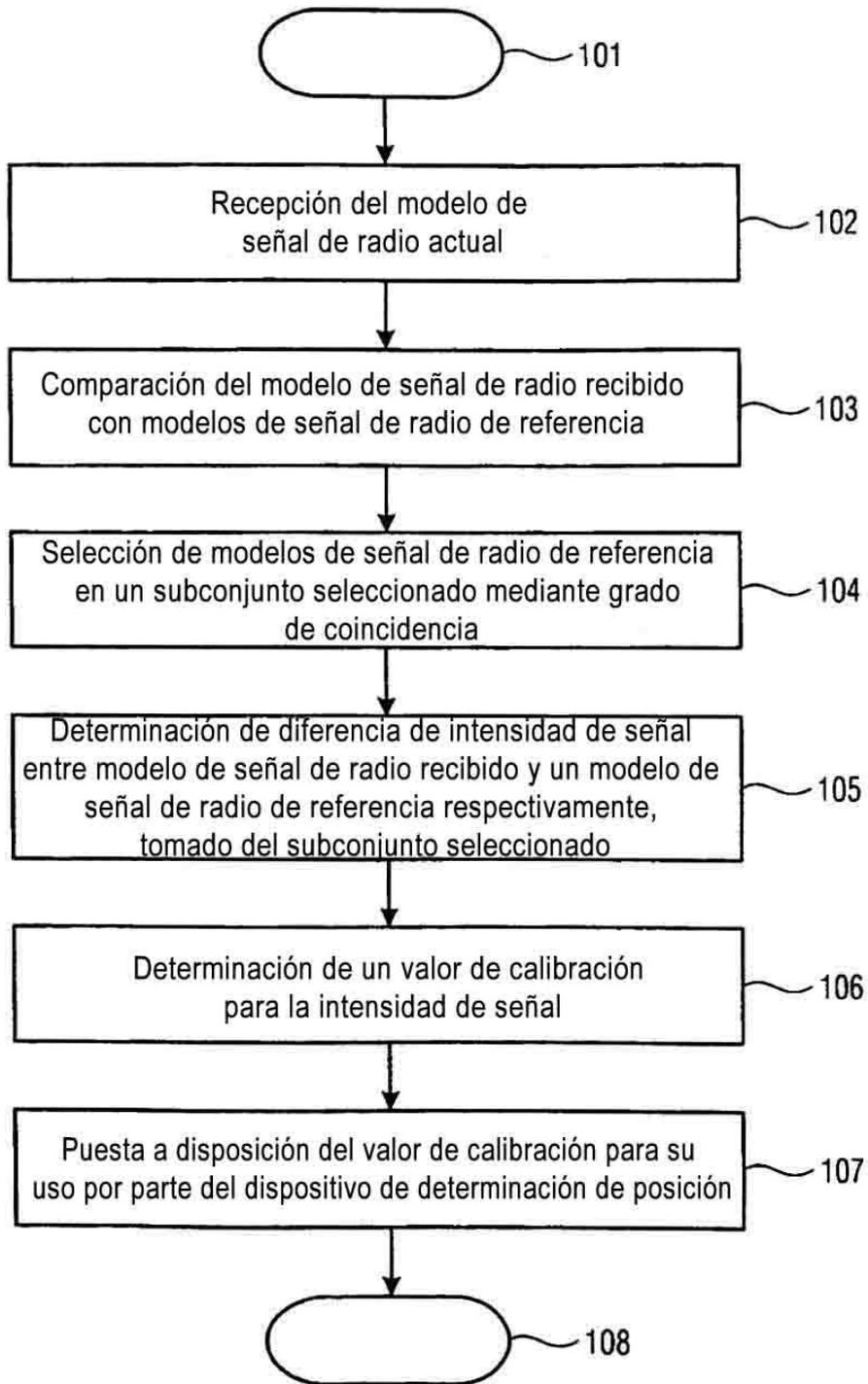


FIGURA 10