



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 329 808**

51 Int. Cl.:
H04W 16/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05700777 .5**

96 Fecha de presentación : **10.01.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1606965**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.12.2005**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para adaptar un modelo de red radioeléctrica a las condiciones de una red radioeléctrica real.**

30 Prioridad: **15.01.2004 DE 10 2004 002 145**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.12.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.12.2009

73 Titular/es: **Actix GmbH**
Altmarkt 10
01067 Dresden, DE

72 Inventor/es: **Hübner, Johannes y**
Hunold, Dietrich

74 Agente: **Arpe Fernández, Manuel**

ES 2 329 808 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para adaptar un modelo de red radioeléctrica a las condiciones de una red radioeléctrica real.

5 **Campo técnico**

La invención se refiere a un procedimiento para adaptar un modelo de red radioeléctrica a las condiciones de una red radioeléctrica real, que proporciona magnitudes de modelo dependientes de la posición, a partir de datos de medición de las magnitudes de modelo de la red radioeléctrica real obtenidos en posiciones de medición.

La invención se refiere además a un dispositivo para realizar este procedimiento.

15 **Estado actual de la técnica en que se basa la invención**

Las redes radioeléctricas, como las redes radioeléctricas móviles, incluyen estaciones emisoras distribuidas por el país. Cada estación emisora da servicio a una "célula". Cada una de estas células radioeléctricas tiene asignada una "identificación de célula". Determinadas magnitudes relevantes para la planificación y función de la célula varían sobre la superficie de la célula, por ejemplo los "datos de pérdida de trayecto" que caracterizan la atenuación de cobertura de radio debida a condicionantes físicos. Con una potencia de emisión predeterminada de la emisora, emitida en una dirección predeterminada, la potencia de recepción de una unidad terminal, por ejemplo un teléfono móvil, disminuye a medida que aumenta la distancia de la estación emisora. Por un lado, esta disminución se debe a que la potencia de emisión emitida se distribuye sobre una superficie de frente de onda que aumenta con la distancia, similarmente a lo que ocurre con la propagación de la luz. Pero la disminución también está determinada por absorción, por edificaciones o por la topografía del terreno.

Para planificar y optimizar una red radioeléctrica se establecen modelos de red radioeléctrica. Estos modelos de red radioeléctrica consisten típicamente en los siguientes componentes:

- 30 - Datos de posición (posición de las estaciones, alturas y orientaciones de antenas, etc.);
- Parámetros de red (parámetros de estación base, parámetros sectoriales);
- 35 - Datos topográficos (mapas de alturas, datos de ecos parásitos, etc.);
- Datos de cobertura de radio (por ejemplo, matrices de pérdida de trayecto);
- Configuraciones de servicio;
- 40 - Datos de tráfico.

Los datos de cobertura radioeléctrica en cada célula se representan normalmente en forma de una matriz con valores que caracterizan la cobertura radioeléctrica. Para ello, el área de una célula se divide en una cuadrícula de parcelas de superficie relativamente pequeñas. A cada una de estas parcelas de superficie se le asignan después "magnitudes de modelo". Éstas son valores de una magnitud relevante para la función de la red radioeléctrica válidos para la parcela de superficie correspondiente. Una magnitud de este tipo consiste principalmente en las pérdidas de trayecto. También puede ocurrir que la potencia de emisión de una estación emisora sea recibida con diferentes intensidades en un punto determinado de la célula, por ejemplo por reflexiones en diferentes trayectorias con diferentes intensidades y tiempos de propagación. En este caso, una señal de emisión en forma de impulso sería recibida como varios impulsos de amplitud diferente desfasados. Por ello se habla de "respuesta de impulso". Los valores de una magnitud de modelo de este tipo asignados a las parcelas de superficie individuales forman una matriz respectiva.

En la fase de planificación, es decir, antes de que esté instalada la red radioeléctrica, no se pueden medir las magnitudes físicas relevantes. Después de la instalación de la red radioeléctrica tampoco es posible medir magnitudes físicas tales como las pérdidas de trayecto en cada parcela de superficie individual. La mayoría de las parcelas de superficie no son nada accesibles sin más. Además, el coste de una medición de este tipo en cada parcela de superficie sería extremadamente alto. Por este motivo se han desarrollado modelos matemáticos para predecir el canal radioeléctrico, que modelan diferentes magnitudes de influencia y la influencia de éstas por ejemplo en las pérdidas de trayecto a partir de leyes físicas o relaciones detectadas empíricamente. Estos modelos incluyen determinados parámetros.

Por regla general, los modelos de canal así obtenidos sólo coincidirán con la realidad de forma incompleta. Los modelos de canal obtenidos en primer lugar se deben adaptar lo mejor posible a la realidad mediante datos de medición de las magnitudes reales. Para ello, en procedimientos conocidos los parámetros de los modelos de canal se modifican por medio de datos de medición. Los parámetros y términos de los modelos de canal se adaptan paso a paso y a partir de ello se calculan de nuevo las pérdidas de trayecto de forma reiterada. Este procedimiento es muy costoso, ya que no se sabe qué parámetros son responsables (y en qué modo lo son) de las diferencias entre datos de medición y magnitudes de modelo, es decir, cómo hay que modificar los parámetros para reducir al mínimo las diferencias entre el modelo y la realidad.

La publicación de D. J. Y Lee y W. C. Y Lee "Fine Tune Lee Model", pp. 406-410 IEEE Conference on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 18 a 21 de septiembre de 2000, es un ejemplo de este estado actual de la técnica.

5 El documento WO 02/073997 A1 da a conocer un procedimiento para adaptar un modelo de pérdida de trayecto a las condiciones de una red radioeléctrica real en el que, en primer lugar, a partir de informaciones de una estación base, es decir, potencia de emisión, patrón de emisión y cota, informaciones topográficas y datos de medición, es decir, la intensidad de la señal, en posiciones de medición se obtiene un modelo de pérdida de trayecto. El modelo resultante de los datos físicos se apoya mediante los datos de medición reales. Como ya se ha indicado anteriormente, los datos de medición influyen en los parámetros del modelo. Un modelo de pérdida de trayecto de este tipo proporciona una magnitud de modelo en forma de un valor de pérdida de trayecto para cada punto de un área de emisión considerada. Por regla general existen diferencias entre los valores de pérdida de trayecto obtenidos del modelo y los datos de medición reales. Estas diferencias se han de atribuir a zonas de sombra. Para tener en cuenta estas zonas de sombra, en el siguiente paso, la zona de sombra se evalúa estadísticamente, con lo que se obtienen parámetros para una previsión de zonas de sombra en el área en cuestión. Por consiguiente, para las zonas de sombra se utiliza un segundo modelo cuyos parámetros se determinan a partir de las diferencias entre los datos de medición y los valores de pérdida de trayecto obtenidos a partir del primer modelo. Los valores de zona de sombra así obtenidos se superponen a los valores de pérdida de trayecto obtenidos a partir del primer modelo. Si los valores de medición son muy fiables, los valores de pérdida de trayecto así obtenidos a partir de los modelos se pueden sustituir en las posiciones de medición por los datos de medición reales. En cambio, en caso de una menor fiabilidad de los valores de medición se utiliza una media ponderada de valores de medición y magnitudes de modelo.

Por consiguiente, en el procedimiento descrito en el documento WO 02/073997 A1 se trabaja en dos etapas con dos modelos cuyos parámetros se determinan mediante datos de medición obtenidos en determinadas posiciones de medición. En consecuencia, al igual que en el estado anterior de la técnica arriba mencionado, en este caso también se trata de la determinar parámetros de modelos. La sustitución de las magnitudes de modelo por los datos de medición reales tiene lugar en todo caso en las propias posiciones de medición.

El documento US 2002/0009992 describe un procedimiento en el que se mide la intensidad de la señal en una célula mediante una unidad de recepción móvil y se pone en relación con la potencia de emisión para registrar las pérdidas de trayecto. Las intensidades de señal se combinan con una información de posición obtenida por ejemplo mediante navegación por satélite.

El documento WO 02/10942 A1 se refiere a un ordenador que proporciona un modelo tridimensional de un entorno en el que está instalada o se va a instalar una red de telecomunicaciones. Un ordenador portátil incluye medios para descargar y almacenar en memoria al menos una parte de este modelo tridimensional y medios para visualizar la representación de la imagen tridimensional. Del mismo modo, en este modelo tridimensional del entorno también se pueden visualizar valores de modelo correspondientes a un modelo de red radioeléctrica y en caso dado valores de medición.

Sumario de la invención

La invención tiene por objetivo adaptar un modelo de red radioeléctrica a las circunstancias reales en la red radioeléctrica con ayuda de datos de medición, de un modo más sencillo que en el estado actual de la técnica.

Este objetivo se resuelve según la invención en un procedimiento del tipo indicado en la introducción mediante los siguientes pasos de procedimiento:

(a) establecer una cuadrícula fina (10) en una célula, mediante la cual se forman pequeñas parcelas de superficie (12), asignando el modelo de red radioeléctrica un valor de la magnitud de modelo a cada parcela de superficie;

(b) establecer una cuadrícula gruesa (20) superpuesta a la cuadrícula fina (10), mediante la cual se forman áreas que abarcan respectivamente una pluralidad de parcelas de superficie (12) de la cuadrícula fina (10);

(c) obtener datos de medición (18) en posiciones de medición; y

(d) modificar las magnitudes de modelo asignadas a las parcelas de superficie (12) en las diferentes áreas (22) mediante una operación matemática determinada directamente por las magnitudes de medición obtenidas en el área correspondiente y la posición de la parcela de superficie.

Por consiguiente, de acuerdo con el procedimiento según la invención, los parámetros de un modelo de canalón se modifican conforme a los datos de medición, con lo cual (de acuerdo con el estado actual de la técnica) se calcularían de nuevo los valores de las magnitudes de modelo en todas las parcelas de superficie. En lugar de ello, las magnitudes de modelo se modifican directamente sin tener en cuenta ningún modelo de canal. Esto se lleva a cabo en las magnitudes de modelo de todas las parcelas de superficie mediante una operación matemática determinada. Esta operación depende directamente de manera respectiva de datos de medición y de la posición de la parcela de superficie correspondiente.

La operación matemática puede incluir una interpolación.

ES 2 329 808 T3

Esta interpolación se puede llevar a cabo mediante las siguientes etapas de procedimiento:

- hacer resumen de los datos de medición de las posiciones de medición de cada área de la cuadrícula gruesa para obtener en cada caso un valor representativo de la magnitud general de estos datos de medición;

- establecer un punto de referencia dentro del área de la cuadrícula gruesa a la que se le asigna el valor representativo de los datos de medición;

- establecer un radio de influencia alrededor del punto de referencia;

- modificar las magnitudes de modelo en todas las parcelas de superficie dentro del radio de influencia de acuerdo con una función decreciente con la distancia correspondiente entre la parcela de superficie y el punto de referencia.

Ventajosamente, el valor representativo de la magnitud de los datos de medición es un valor promedio (aritmético o geométrico) de los datos de medición. También se puede tratar de una media ponderada.

En una utilización preferente del procedimiento según la invención, las magnitudes de modelo son datos modelados de pérdida de trayecto y los datos de medición son datos de pérdida de trayecto determinados a partir de la potencia de recepción de las señales de referencia emitidas por las células de la red radioeléctrica.

No obstante, las magnitudes de modelo también pueden ser respuestas de impulso modeladas en el sentido anteriormente explicado. Estas respuestas de impulso están caracterizadas por varias magnitudes físicas, a saber: potencias de recepción o datos de pérdida de trayecto y las diferencias de fase y de tiempo de propagación correspondientes. Estas magnitudes físicas se pueden resumir en matrices.

Preferentemente, en primer lugar están previstas las siguientes etapas de procedimiento:

- obtener datos de medición en toda la célula;

- determinar un valor representativo de las magnitudes de estos datos de medición;

- formar un valor representativo de las magnitudes de modelo en toda la célula;

- calcular la diferencia entre los valores representativos de las magnitudes de datos de medición y datos de modelo;

- corregir las magnitudes de modelo con esta diferencia.

También en este caso, las magnitudes de los valores representativos de las magnitudes de modelo y los datos de medición ventajosamente son valores medios.

De este modo, en primer lugar se elimina una “desviación” sistemática entre los valores de las magnitudes de modelo y los datos de medición de toda la célula. El valor medio de los datos de medición de toda la célula coincide con el valor medio de las magnitudes de modelo de toda la célula. No obstante, por regla general puede haber y habrá desviaciones locales. Estas desviaciones locales se compensan del modo arriba descrito.

Un dispositivo para realizar el procedimiento descrito, con una base de datos en la que está almacenado un modelo de red radioeléctrica virtual con magnitudes de modelo dependientes de la posición, y con un dispositivo de medición para generar datos de medición dependientes de la posición de la red radioeléctrica real modelada en posiciones de medición, está caracterizado según la invención por medios de procesamiento de datos a través de los cuales se puede modificar cada una de las magnitudes de modelo directamente conforme a los datos de medición mediante una operación matemática en el sentido de adaptar las magnitudes de modelo a los datos de medición.

El dispositivo de medición puede responder a la potencia de recepción de señales de referencia emitidas por las células. Además, el dispositivo de medición puede estar adaptado para detectar la identificación de la célula. Preferentemente, el dispositivo de medición es móvil, por ejemplo está montado en un automóvil de medición que recorre carreteras en el área de la célula. El dispositivo de medición también puede consistir en una unidad terminal de la red radioeléctrica. También resulta conveniente que el dispositivo de medición incluya medios para determinar la posición de recepción actual correspondiente, por ejemplo un receptor para navegación por satélite. También pueden estar previstos medios para registrar y emitir los datos de medición junto con la identificación de la célula y la posición en el momento de la medición.

A partir de un modelo de red radioeléctrica adaptado del modo descrito se puede llevar a cabo una optimización de la red radioeléctrica, por ejemplo modificando el ángulo de la antena de la estación emisora.

A continuación se explica más detalladamente un ejemplo de realización de la invención con referencia a los dibujos correspondientes.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una representación esquemática para explicar el procedimiento según la invención y muestra una cuadrícula fina y una cuadrícula gruesa sobre un área de una célula, formando la cuadrícula fina pequeñas parcelas de superficie y la cuadrícula gruesa áreas grandes que abarcan varias parcelas de superficie de la cuadrícula fina.

La figura 2 es una representación esquemática de un dispositivo para la realización del procedimiento según la invención.

La figura 3 es un diagrama de bloques que muestra el desarrollo del procedimiento según la invención.

La figura 4 es un diagrama de bloques que muestra detalladamente el procesamiento previo de acuerdo con el bloque 48 de la figura 3.

La figura 5 es un diagrama de bloques que muestra detalladamente la corregir la desviación total de acuerdo con el bloque 50 de la figura 3.

La figura 6 es un diagrama de bloques que muestra detalladamente la adaptación local de acuerdo con el bloque 52 de la figura 3.

La figura 7 es una representación esquemática que ilustra la corregir una matriz de pérdida de trayecto originalmente existente mediante valores de medición reales.

La figura 8 es una representación esquemática que muestra el desarrollo de las funciones de interpolación decrecientes desde los puntos de referencia en todas direcciones, en forma de curvas de nivel.

Realización preferente de la invención

En la figura 1 se designa con el número 10 una cuadrícula fina que divide una célula de una red radioeléctrica en una cuadrícula de pequeñas parcelas de superficie 12. Cada parcela de superficie 12 tiene asignado un valor de una magnitud de modelo. Esta magnitud de modelo está formada, por ejemplo, por datos de pérdida de trayecto. Los datos de pérdida de trayecto indican la atenuación de la potencia de emisión emitida por una estación emisora en la dirección de la parcela de superficie correspondiente por el canal radioeléctrico hasta la parcela de superficie 12 correspondiente. Las magnitudes de modelo asignadas a la parcela de superficie 12 están indicadas mediante puntos 14. Las magnitudes de modelo resultan de un modelo de canal. Este modelo de canal se ha desarrollado en primer lugar como modelo matemático teniendo en cuenta las diferentes influencias como distancia, topografía del terreno, edificaciones y plantaciones, etc., y también mediante relaciones halladas empíricamente. Por regla general, el modelo de canal todavía no coincide con la realidad. Se adapta a la realidad a través de mediciones. Las mediciones no se pueden llevar a cabo en cada parcela de superficie individual. En la figura 1 se llevan a cabo mediciones del valor real de la magnitud de modelo o de una magnitud física a partir de la cual se deriva la magnitud de modelo, por ejemplo las potencias de recepción a partir de las cuales se obtienen los datos de pérdida de trayecto, a lo largo de un recorrido 16. Este recorrido puede consistir por ejemplo en una carretera a lo largo de la cual se desplaza un automóvil de medición. Se obtienen datos de medición dependientes de la posición, que están representados en la figura 1 mediante puntos 18.

A partir de estos datos de medición 18, que no incluyen todas las parcelas de superficie 12, se lleva a cabo directamente una corrección de las magnitudes de modelo 14 mediante interpolación. Esto tiene lugar de la siguiente manera:

Sobre la cuadrícula fina 10 se superpone una cuadrícula gruesa 20. La cuadrícula gruesa 20 divide una célula en áreas 22. Cada una de estas áreas 22 incluye una cantidad grande de pequeñas parcelas de superficie 12. En cada una de estas áreas se fija un punto de referencia 24. Convenientemente, los puntos de referencia 24 son los puntos centrales de las áreas 22 esencialmente rectangulares.

A continuación, para corregir el modelo de red radioeléctrica se procede de la siguiente manera:

En primer lugar se lleva a cabo una corrección global de una desviación de las magnitudes de modelo de toda la célula. Para ello se forman por un lado los valores medios de los valores de medición y por otro lado los valores medios de las magnitudes de modelo en toda la célula. Todas las magnitudes de modelo se corrigen a partir de la diferencia de estos valores medios.

Sin embargo, después de esta etapa todavía puede haber desviaciones locales entre los valores de medición y las magnitudes de modelo corregidas de este modo. Por consiguiente, a continuación se lleva a cabo otra adaptación local de las magnitudes de modelo mediante una interpolación. Con este fin se forman los valores medios de los datos de medición para cada área 22 de la cuadrícula gruesa 20 en la que se han obtenido estos datos de medición. La magnitud de modelo en el punto central 24 de una de estas áreas se fija en un valor dependiente de dicho valor medio. Las magnitudes de modelo de las otras parcelas de superficie 12 de este área se corrigen conforme a una función que decrece desde este punto a medida que aumenta la distancia al punto central.

ES 2 329 808 T3

En la figura 2 está representado un dispositivo para la realización del procedimiento arriba descrito. En la figura 2 se designa con el número 26 la red radioeléctrica, que aquí está representada esquemáticamente. Un dispositivo de medición 28 recibe datos de medición de la red radioeléctrica. El dispositivo de medición 28 es móvil y, en el presente ejemplo, se mueve a lo largo del recorrido 16 de la figura 1. El dispositivo de medición 28 puede estar montado sobre un automóvil de medición. También se puede tratar de una unidad terminal de la red radioeléctrica. El dispositivo de medición incluye un dispositivo para determinar la posición instantánea del dispositivo de medición. Éste puede consistir en un receptor de navegación por satélite (por ejemplo GPS) o un dispositivo radiogoniométrico que determina la posición del dispositivo de medición tomando marcaciones de varias estaciones emisoras.

La red radioeléctrica incluye varias células que se pueden solapar. Cada célula posee su propia identificación. El dispositivo de medición responde a estas identificaciones. De este modo, en caso de un solapamiento los datos de medición obtenidos pueden ser respectivamente asignados a las células individuales.

El dispositivo de medición 28 puede determinar, registrar y emitir los datos de medición obtenidos.

Los datos de la red radioeléctrica 26 están almacenados en una base de datos. Estos datos también incluyen las magnitudes de modelo del modelo de red radioeléctrica “original” no corregido. Esto está representado en la figura 2 mediante una interfaz bidireccional entre la base de datos 32 y la red radioeléctrica 26. La base de datos 32 presenta a su vez una conexión de intercambio de datos con un dispositivo de cálculo 36 a través de una interfaz bidireccional 34.

En el dispositivo de cálculo 36 está almacenado en una memoria 38 en primer lugar el modelo de red radioeléctrica con magnitudes de modelo en forma de datos de planificación de red radioeléctrica. Una unidad de cálculo 40 obtiene datos de medición del dispositivo de medición 28. Esto está indicado mediante una flecha 42. La unidad de cálculo 40 presenta una conexión bidireccional de intercambio de datos con la memoria 38. Por consiguiente, obtiene las magnitudes de modelo del modelo de red radioeléctrica y los datos de medición. A partir de ello, la unidad de cálculo realiza las operaciones matemáticas arriba descritas, es decir, la corrección de una desviación de las magnitudes de modelo con respecto a las magnitudes de medición y la corrección local subsiguiente. Las magnitudes de modelo así corregidas son transmitidas de vuelta a la memoria y almacenadas en la base de datos 32 a través de la interfaz 34. La unidad de cálculo 40 es manejada por una persona a la que se le ha encomendado la planificación y optimización de la red radioeléctrica.

La base de datos obtiene a través de la interfaz 30 informaciones de la red radioeléctrica 26 sobre cambios en la red radioeléctrica o por ejemplo sobre la cantidad de conexiones no establecidas. Éstas son tenidas en cuenta para la optimización de la red radioeléctrica.

En una realización concreta del procedimiento según la invención de acuerdo con la figura 3 existían datos de planificación de red radioeléctrica 44 para un territorio urbano de aproximadamente 53 km² con 66 estaciones emisoras de una red UMTS. Cada una de las estaciones emisoras disponía de una a tres células con una respectiva antena individual.

Los datos de planificación de red radioeléctrica incluían mapas de alturas del terreno con cuya ayuda se calcularon matrices de pérdida de trayecto para todas las células conforme a un modelo de propagación radioeléctrica bastante impreciso. En particular, con este modelo de propagación no se pudo tener en cuenta la influencia de la estructura de los edificios en el territorio en cuestión, ya que no había datos disponibles para ello. Por consiguiente, era de esperar que hubiera en parte desviaciones claras entre estos datos de predicción de pérdida de trayecto y los datos de medición de las pérdidas de trayecto registrados en dicho territorio. Para las matrices de pérdida de trayecto se eligió una resolución de 25 m x 25 m, con lo que establecieron las pequeñas parcelas de superficie de la cuadrícula fina mencionada en la reivindicación 1.

Los datos de planificación de red radioeléctrica también incluían datos sobre las posiciones de las estaciones emisoras, las antenas utilizadas en las células junto con su orientación, y otros factores de atenuación adicionales. Las antenas se representaron mediante un modelado tridimensional adecuado de sus diagramas de antena. Además, en los datos de planificación de red radioeléctrica también estaban almacenadas las potencias de emisión de las señales piloto y de referencia emitidas por las células individuales, y las identificaciones de célula también transmitidas en forma de códigos de aleatorización (*srambling codes*). Con ayuda de estos datos, a partir de las pérdidas de trayecto dadas en las matrices se pudo calcular la distribución superficial de la potencia de recepción predicha de las señales piloto también en forma de matriz. Estas matrices de potencia de recepción tienen la misma división en cuadrícula que las matrices de pérdida de trayecto utilizadas como base, es decir, en el ejemplo 25 m x 25 m.

En el territorio real de la red radioeléctrica UMTS reflejado en los datos de planificación de red radioeléctrica presentes se realizaron mediciones con un aparato de radiodetección móvil. El aparato de medición podía medir la potencia de recepción de la señal piloto y también, por medio del *código de aleatorización* correspondiente, detectar desde qué célula había sido emitida cada señal piloto. Además, la posición de recepción de cada valor de medición registrado se determinó mediante un receptor GPS y se almacenó en memoria. Durante la medición, el aparato de radiodetección móvil recorrió una serie de carreteras, por lo que había disponible una cantidad suficiente de valores de medición 46 del territorio examinado en forma de datos de entrada según la figura 3. Para comparar los valores de

ES 2 329 808 T3

medición con los valores de predicción de la potencia de recepción de las señales piloto antes de la adaptación, en primer lugar se halló adecuadamente la media local de los dos valores y a continuación se compararon en todos las posiciones de medición. En el presente ejemplo resultó que entre ambos valores había una desviación media de más de 13,5 dB con una desviación estándar de más de 11 dB.

5

El procedimiento según la invención se ejecutó en un dispositivo de cálculo, por lo que la adaptación de las matrices de pérdida de trayecto mediante los valores de medición pudo tener lugar de forma automática. En primer lugar, los datos de entrada fueron sometidos a un procesamiento previo en un paso 48. En este contexto, de acuerdo con la figura 4 primero se estableció una cuadrícula gruesa de 250 m x 250 m en la etapa 56, correspondiendo la distancia entre dos parcelas de superficie adyacentes de esta cuadrícula gruesa aproximadamente a la distancia media entre dos carreteras con valores de medición disponibles. A continuación, con esta parametrización, en la etapa 58 se asignaron los valores de medición geográficamente a las parcelas de superficie correspondientes de la cuadrícula gruesa y en la etapa 60 se obtuvo el promedio célula a célula. Además, en la etapa 62 se contaron todos los valores de medición asignados a una célula determinada, tanto en total como por parcela de superficie de la cuadrícula gruesa. La asignación a las células se estableció mediante el código de aleatorización de la célula correspondiente medido en cada caso. Por medio de la cantidad total de valores de medición por célula, en la etapa 64 se decidió si era necesaria una adaptación de la matriz de pérdida de trayecto en el sentido de la invención para cada célula. Si había demasiado pocos valores de medición para una célula no se realizaba la adaptación, ya que los valores de medición existentes no eran suficientemente fiables. Por ejemplo, para algunas células no había disponible ningún valor de medición, ya que durante el recorrido de medición estaban desconectadas y no emitían. En consecuencia, estas células fueron excluidas automáticamente de la adaptación. Además, en la etapa 66 se decidió si había suficientes valores de medición para la posterior adaptación local de cada célula y parcela de superficie de la cuadrícula gruesa. Si la cantidad de valores de medición en una parcela de superficie determinada para una célula concreta era inferior a una cantidad mínima predeterminada, la parcela de superficie correspondiente para la célula respectiva se excluía de la adaptación local.

25

Después tuvo lugar la adaptación propiamente dicha de las matrices de pérdida de trayecto mediante los valores de medición en dos pasos 50 y 52 según la figura 3.

En primer lugar se llevó a cabo una adaptación total de cada una de las células para las que se disponía de suficientes valores de medición, de acuerdo con el esquema de proceso de la figura 5. Para ello, en la etapa 68 se halló la media, célula a célula, de todos los valores de medición asignados a la célula correspondiente a través del código de aleatorización. Además, en la etapa 70 se halló la media de los valores de potencia de recepción predichos de la señal piloto en las posiciones de medición correspondientes de cada célula, y las dos medias se compararon entre sí. La relación (o la diferencia en el caso de la unidad logarítmica decibelio) de las dos medias dio como resultado en la etapa 72 la desviación total de los valores predichos con respecto a los valores de medición. En la etapa 74, los valores de matriz correspondientes de todas las parcelas de superficie de la cuadrícula fina se corrigieron conforme a dicha desviación total.

Después, en la segunda etapa se llevó a cabo la adaptación local de las matrices de pérdida de trayecto de acuerdo con el esquema de proceso de la figura 6. En la etapa 76, en cada parcela de superficie de la cuadrícula gruesa se fijó el punto central correspondiente como punto de referencia. En la etapa 78 se calcularon las desviaciones entre los valores de medición previamente promediados y los valores de potencia de recepción predichos de las señales piloto por cada célula y parcela de superficie de la cuadrícula gruesa. A continuación, en la etapa 80, estas desviaciones (en adelante también denominadas valores de desviación de medición) se asignaron a los puntos de referencia correspondientes célula a célula. Utilizando los valores de desviación de medición como punto de apoyo, en la etapa 82 se formó una función de interpolación con la que se rellenaron los espacios entre los puntos de apoyo conforme a una función decreciente con la distancia. En la figura 7 está representado un ejemplo de una función de interpolación 88 para una célula cualquiera, estando indicados los valores de desviación de medición en los puntos de apoyo mediante los puntos 86. Para la función de interpolación se puede definir un radio de influencia alrededor de cada punto de apoyo, que indica el área de influencia de la función decreciente con la distancia. Este radio de influencia puede corresponder por ejemplo a la anchura de la cuadrícula gruesa (es decir, en este caso 250 m). La figura 8 representa las curvas de nivel del ejemplo de función de interpolación 88. Se pueden reconocer claramente los óvalos alrededor de los puntos de apoyo, que ilustran la caída creciente con la distancia. Una vez formada la función de interpolación, ésta se utiliza en la etapa 84 en todas las pequeñas parcelas de superficie de la matriz original de pérdida de trayecto 90 de la célula correspondiente. Si las dos matrices están a escala logarítmica, esta operación consiste en una suma. El resultado es la matriz adaptada de pérdida de trayecto 92 representada en la parte derecha de la figura 7, que incluye las influencias de la potencia de recepción de señal piloto medida en la célula correspondiente. En comparación con la matriz original de pérdida de trayecto 90, aquí se puede observar claramente el efecto de la función de interpolación. Los tres valores de apoyo 86 escogidos a modo de ejemplo se pueden encontrar de nuevo claramente en forma de elevaciones 94 correspondientes en la matriz de pérdida de trayecto resultante.

Gracias a la automatización informática, este procedimiento de dos etapas se pudo ejecutar por completo en apenas unos segundos para todas las matrices de pérdida de trayecto. Después de adaptar las matrices de pérdida de trayecto de todas las células a los valores de medición del modo descrito, se llevó a cabo una nueva comparación entre los datos de medición y las matrices de potencia de recepción predichas. Se comprobó que la desviación media se podía reducir a menos de 1,4 dB con una desviación estándar de menos de 9 dB.

65

Referencias citadas en la descripción

La lista de referencia citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citado en la descripción

- WO 02073997 A1 [0009] [0010] • WO 0210942 A1 [0012]
- US 20020009992 A1 [0011]

Bibliografía de patentes citada en la descripción

- Von D. J. Y Lee; W. C. Y Lee. Fine Tune Lee Model. IEEE Conference on Personal, Indoor ans Mobile Radio Communications, 18 Septiembre 2000, 406-410 [0008]

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para adaptar un modelo de red radioeléctrica a las condiciones de una red radioeléctrica real, que proporciona magnitudes de modelo dependientes de la posición, a partir de datos de medición de las magnitudes de modelo de la red radioeléctrica real obtenidos en posiciones de medición, con las siguientes etapas de procedimiento
- 10 (a) establecer para una célula radioeléctrica una cuadrícula fina (10), mediante la cual se definen pequeñas parcelas de superficie (12), asignando el modelo de red radioeléctrica un valor de la magnitud de modelo a cada parcela de superficie;
- 15 (b) establecer una cuadrícula gruesa (20) superpuesta a la cuadrícula fina (10), mediante la cual se forman áreas (22) que abarcan respectivamente una pluralidad de parcelas de superficie (12) de la cuadrícula fina (10);
- (c) obtener datos de medición (18) en posiciones de medición; y
- (d) modificar las magnitudes de modelo asignadas a las parcelas de superficie (12) en las diferentes áreas (22) mediante una operación matemática determinada directamente por las magnitudes de medición obtenidas en el área correspondiente y la posición de la parcela de superficie.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la operación matemática incluye una interpolación.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado** porque la operación matemática incluye las siguientes etapas de procedimiento:
- 25 - hacer resumen de los datos de medición (18) de las posiciones de medición de cada área (22) de la cuadrícula gruesa (20) para obtener un respectivo valor representativo de la magnitud general de estos datos de medición;
- 30 - establecer un punto de referencia (24) dentro del área (22) de la cuadrícula gruesa (20) a la que se le asigna el valor representativo de los datos de medición (18);
- establecer un radio de influencia alrededor del punto de referencia (24); y
- 35 - modificar las magnitudes de modelo en todas las parcelas de superficie (12) dentro del radio de influencia de acuerdo con una función decreciente con la distancia entre la parcela de superficie correspondiente y el punto de referencia.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado** porque el valor representativo de la magnitud de los datos de medición es un valor promedio de los datos de medición.
- 40 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque las magnitudes de modelo son datos modelados de pérdida de trayecto y los datos de medición son datos de pérdida de trayecto determinados a partir de la potencia de recepción de las señales de referencia emitidas por las células de la red radioeléctrica.
- 45 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque las magnitudes de modelo son respuestas de impulso modeladas.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque en primer lugar están previstos las siguientes etapas de procedimiento:
- 50 - obtener datos de medición en toda la célula radioeléctrica;
- determinar un valor representativo de las magnitudes de estos datos de medición;
- 55 - formación de un valor representativo de las magnitudes de modelo en toda la célula radioeléctrica;
- calcular la diferencia entre los valores representativos de las magnitudes de datos de medición y datos de modelo;
- y
- 60 - corregir las magnitudes de modelo con esta diferencia.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado** porque las magnitudes de los valores representativos de las magnitudes de modelo y los datos de medición son valores promedio.
- 65 9. Dispositivo para llevar a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, comprendiendo una base de datos (38) en la se almacena un modelo de red radioeléctrica virtual con magnitudes de modelo dependientes de la posición, y con un dispositivo de medición (28) para generar datos de medición (18) dependientes de la posición de

ES 2 329 808 T3

la red radioeléctrica real modelada en posiciones de medición, **caracterizado** por medios de procesamiento de datos (36) adaptados para modificar cada una de las magnitudes de modelo directamente conforme a los datos de medición (18) mediante una operación matemática en el sentido de adaptar las magnitudes de modelo a los datos de medición.

5 10. Dispositivo según la reivindicación 9, **caracterizado** porque el dispositivo de medición (28) responde a la potencia de recepción de señales de referencia emitidas por las células radioeléctricas.

10 11. Dispositivo según la reivindicación 10, **caracterizado** porque el dispositivo de medición (28) está adaptado para detectar la identificación de la célula radioeléctrica.

10 12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 u 11, **caracterizado** porque el dispositivo de medición es móvil.

15 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado** porque el dispositivo de medición (28) consiste en un terminal de la red radioeléctrica.

15 14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizado** porque el dispositivo de medición (28) incluye medios para detectar la posición de recepción actual correspondiente.

20 15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 11 y 14, **caracterizado** por medios para registrar y emitir datos de medición junto con la identificación de la célula y la posición en el instante de la medición.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

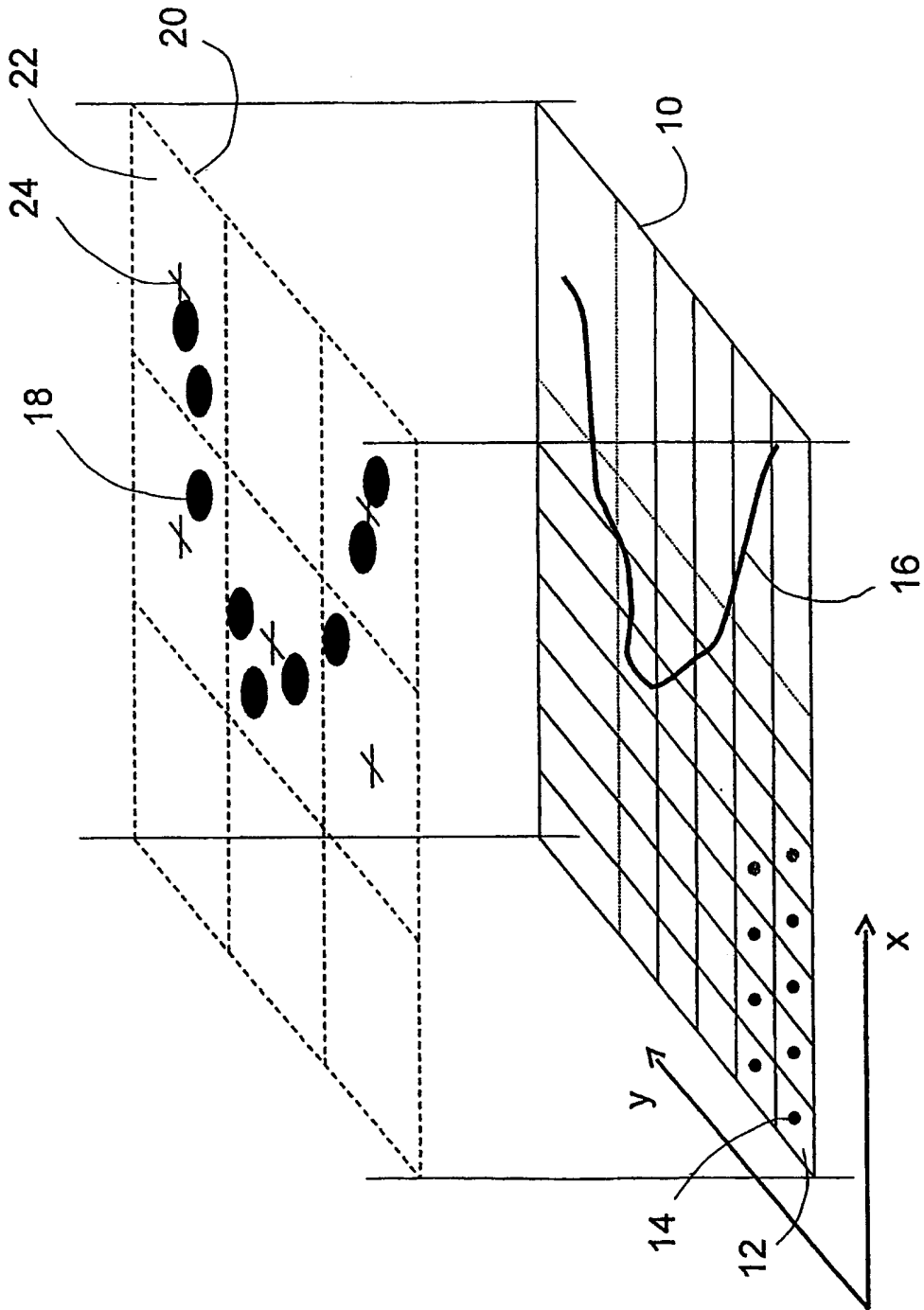


Fig. 1

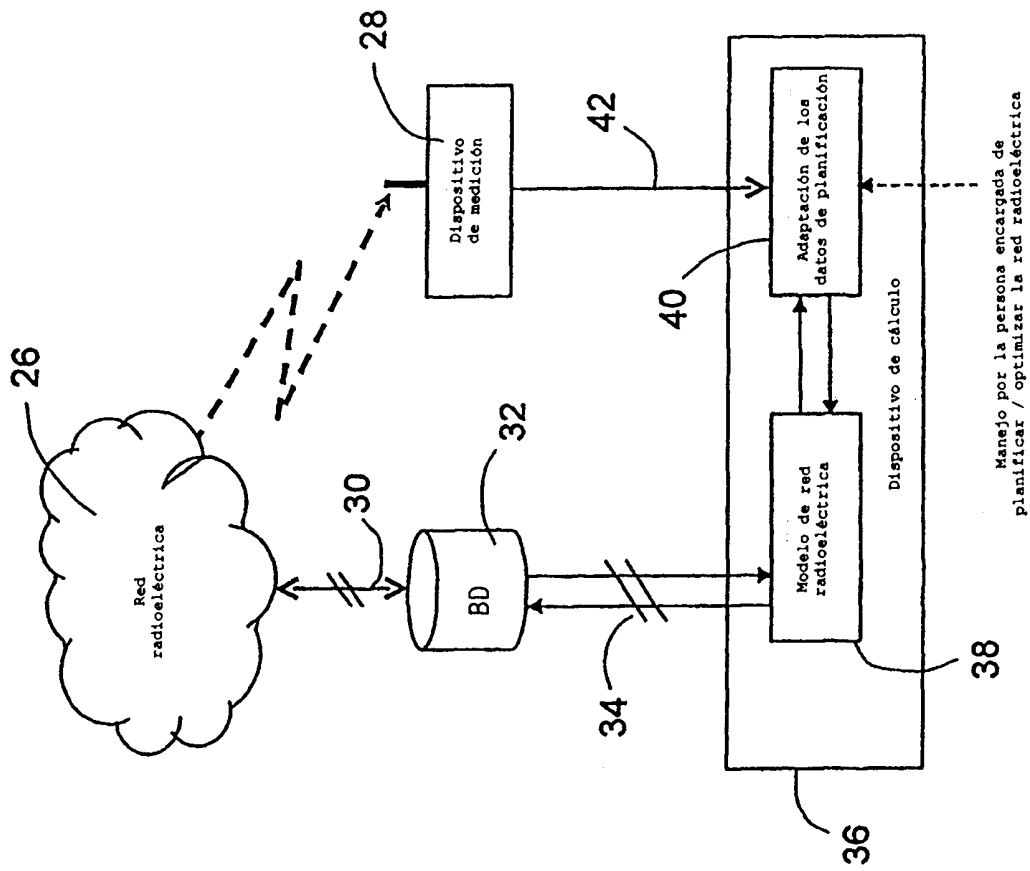


Fig. 2

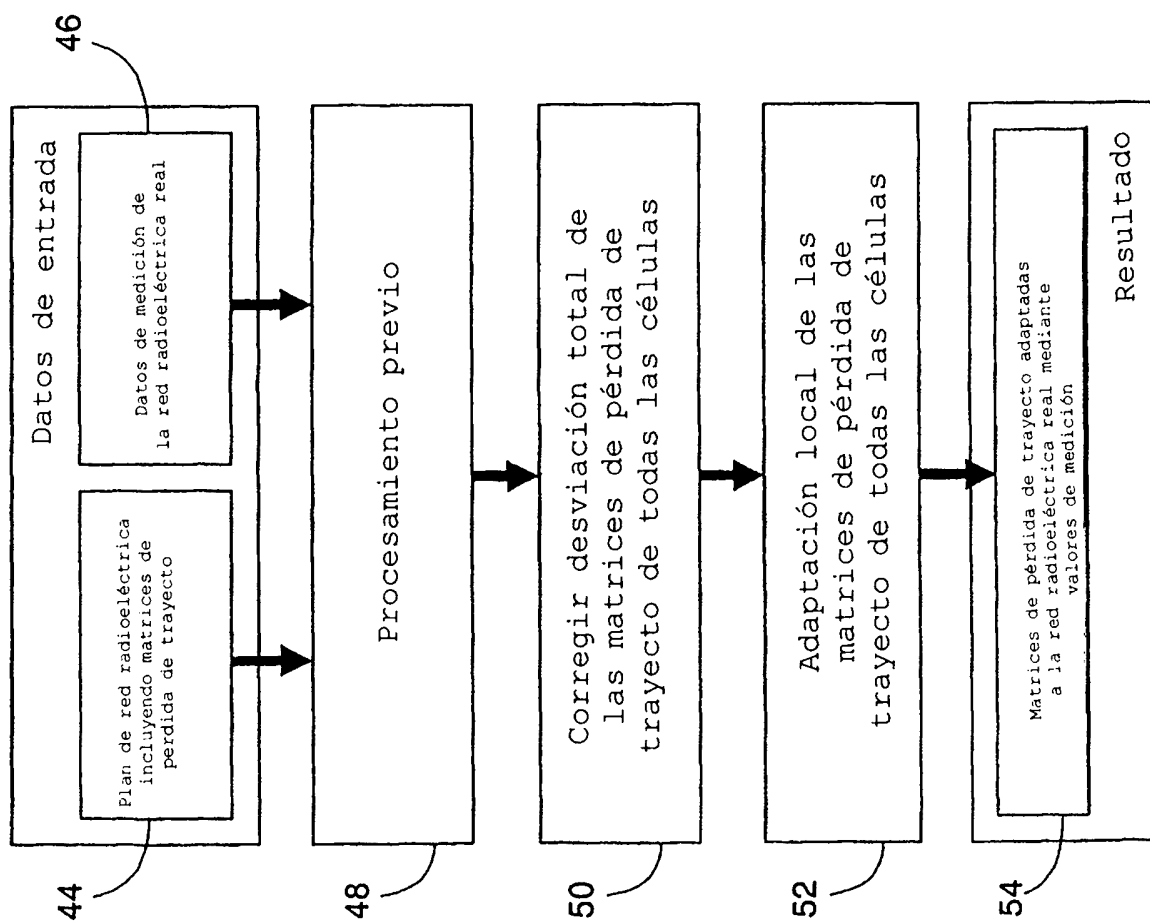


Fig. 3

Procesamiento previo (bloque 48, fig. 3)

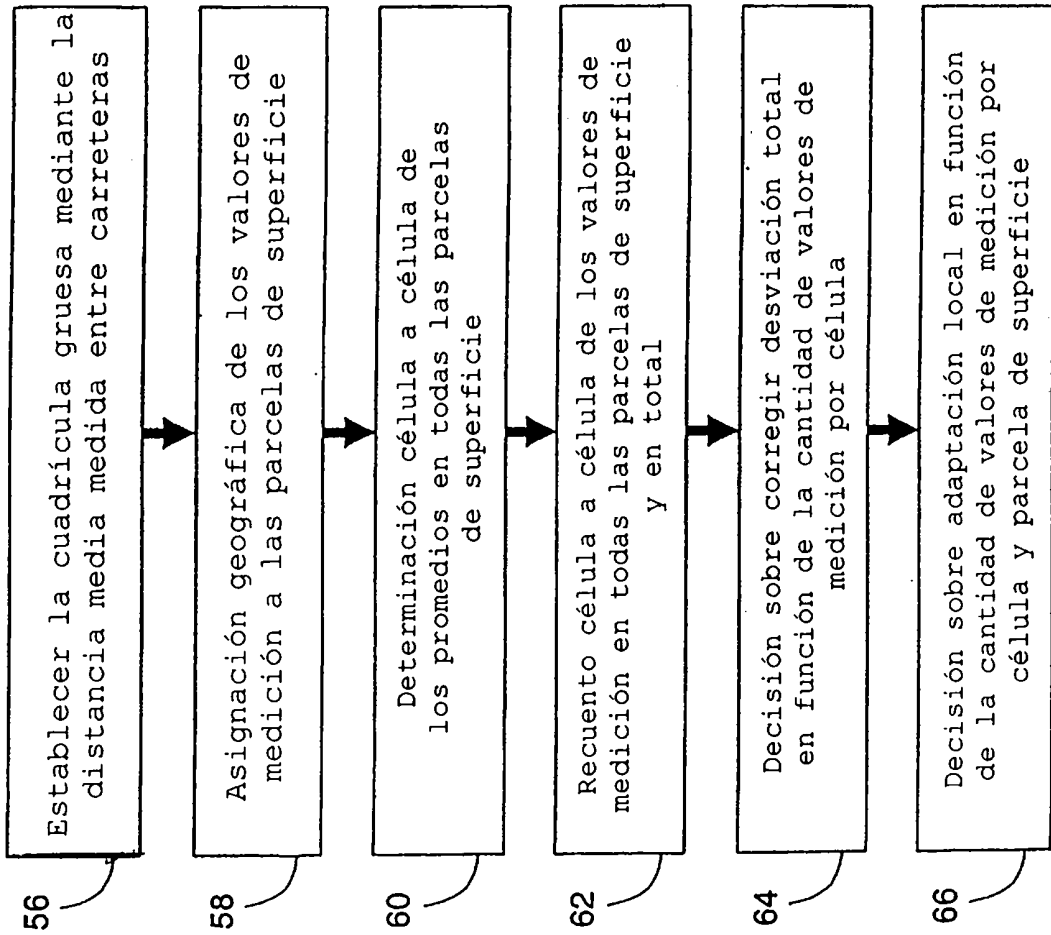


Fig. 4

Corregir desviación total (bloque 50, fig. 3)

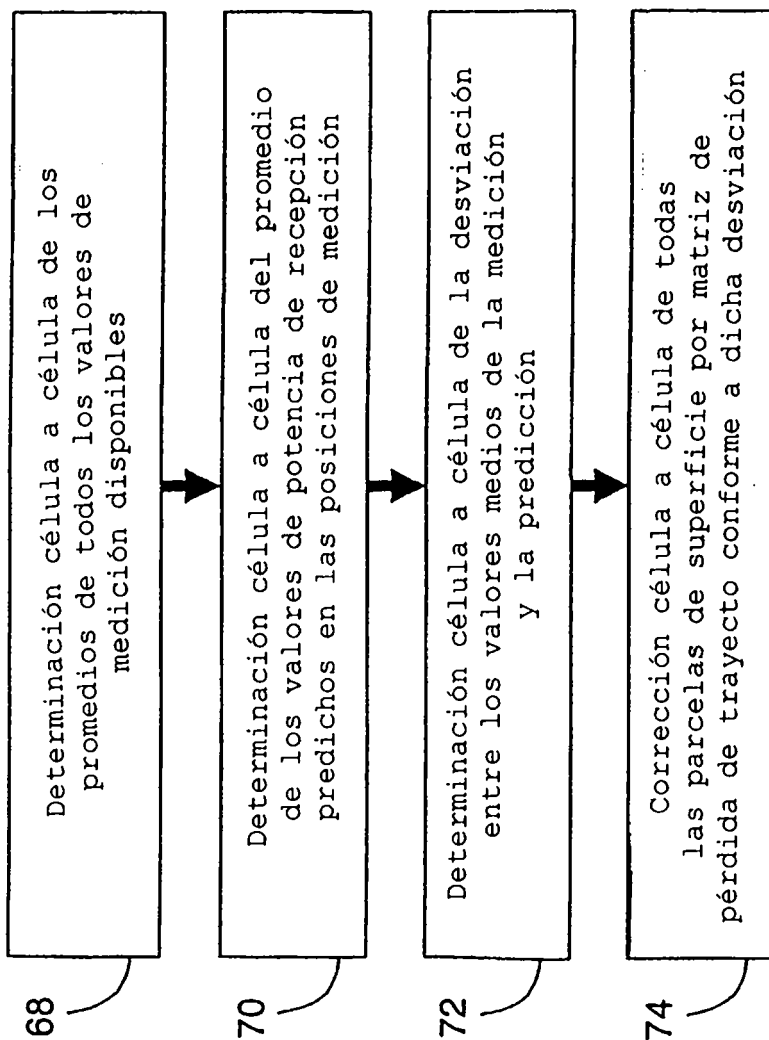


Fig. 5

Adaptación local (bloque 52, fig. 3)

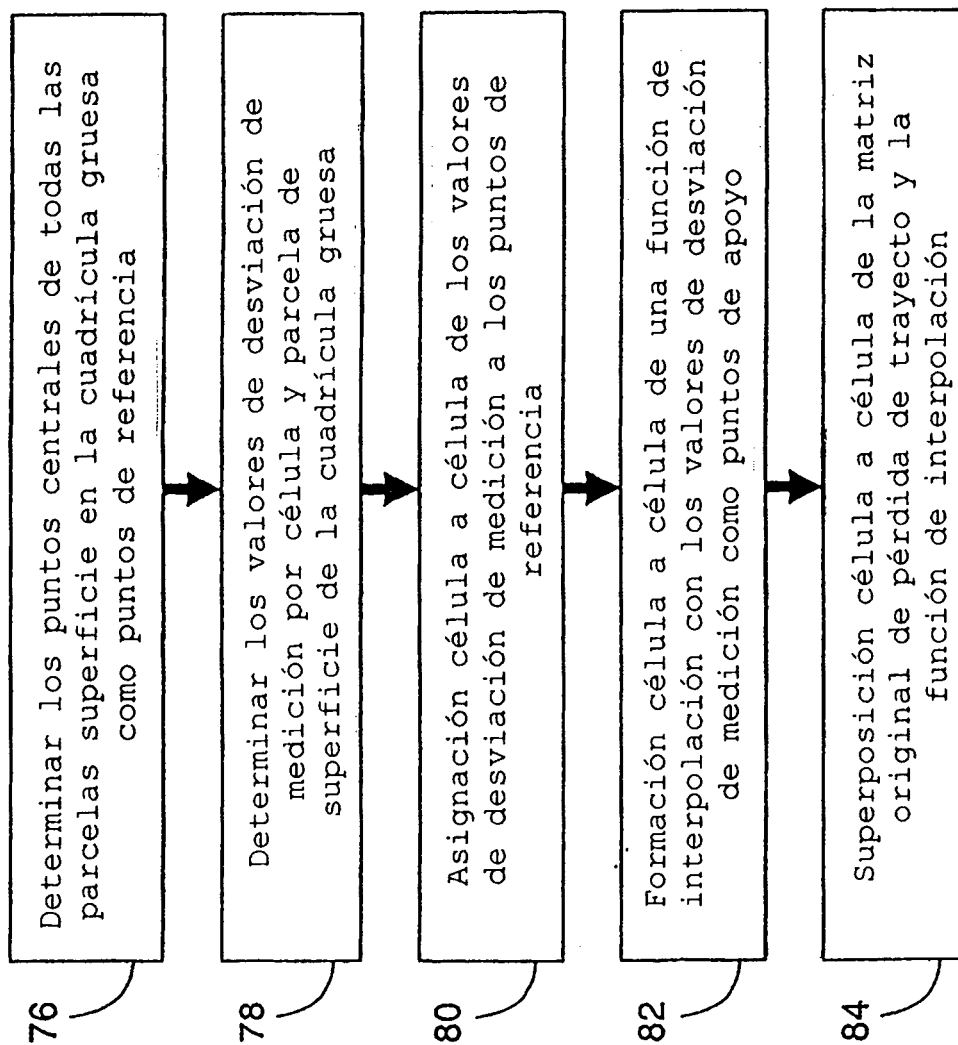
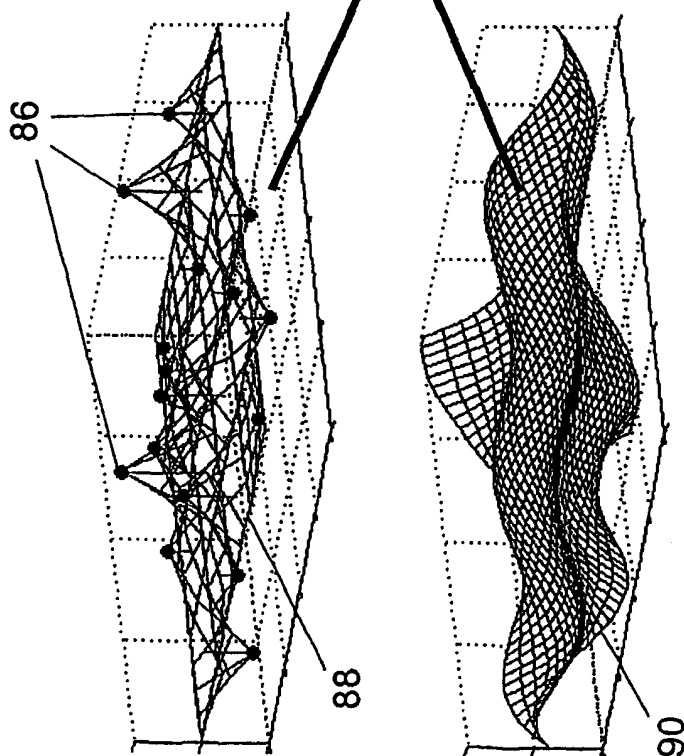


Fig. 6

Función de interpolación con valores de desviación de medición en puntos de referencia



Matriz de pérdida de trayecto resultante

Matriz de pérdida de trayecto original

Fig. 7

Curvas de nivel de la función de interpolación

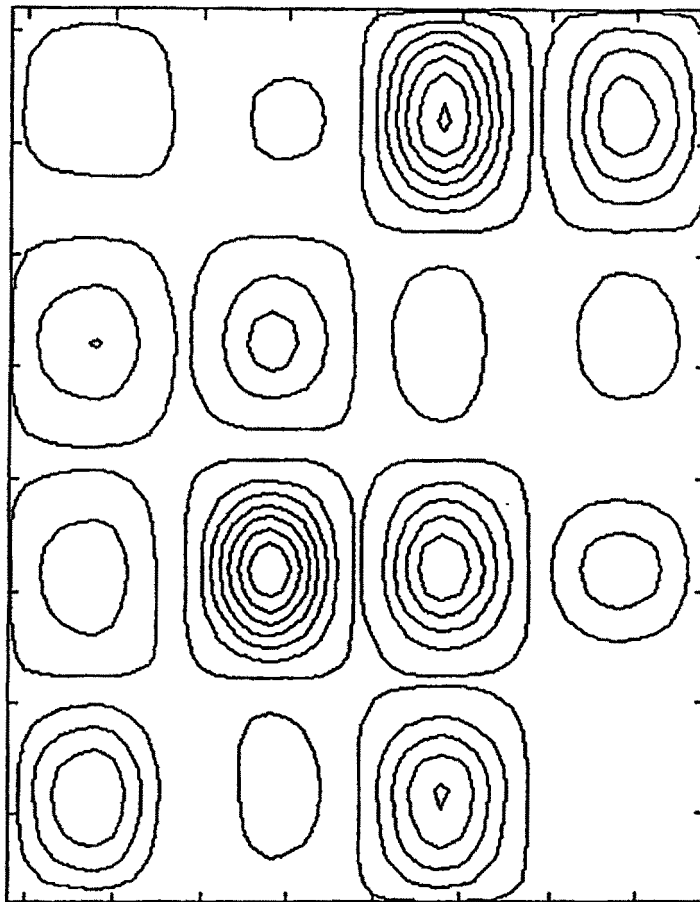


Fig. 8