

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 981**

51 Int. Cl.:

G01S 5/02 (2006.01)

G01S 5/14 (2006.01)

H04W 64/00 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.08.2003 PCT/US2003/024062**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.02.2004 WO04016032**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2003 E 03784869 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.09.2016 EP 1535486**

54 Título: **Determinación de posición basada en áreas para terminales en una red inalámbrica**

30 Prioridad:

08.08.2002 US 402339 P
24.10.2002 US 280639

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.04.2017

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121, US

72 Inventor/es:

RILEY, WYATT

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 607 981 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

Determinación de posición basada en áreas para terminales en una red inalámbrica

5 ANTECEDENTES

Campo

10 La materia en cuestión, divulgada en la presente, se refiere, en general, a la determinación de posición y, más específicamente, a un procedimiento y aparato para realizar la determinación de posición basada en áreas para terminales en una red inalámbrica.

Antecedentes

15 A menudo es deseable, y a veces necesario, conocer la posición de un usuario inalámbrico. Por ejemplo, la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) ha adoptado un informe y una orden para un servicio 911 inalámbrico mejorado (E-911) que requiere que la ubicación de un terminal inalámbrico (por ejemplo, un teléfono celular) se proporcione a un Punto de Respuesta de Seguridad Pública (PSAP) cada vez que se hace una llamada 911 desde el terminal. Además del mandato de la FCC, un proveedor de servicios puede proporcionar varias aplicaciones que
20 utilizan los servicios de localización (es decir, servicios que identifican la posición de un terminal inalámbrico). Tales aplicaciones pueden incluir, por ejemplo, facturación sensible a la ubicación, seguimiento de activos, monitorización y recuperación de activos, gestión de flotas y recursos, servicios de ubicación personal, servicios de conserjería, etc.

25 La posición de un terminal inalámbrico puede ser estimada usando diversas técnicas que incluyen técnicas de "dominio de distancias" y "dominio de posiciones". La técnica de dominios de distancias utiliza una serie de mediciones referidas a distancias para calcular la posición de un terminal. Las mediciones referidas a distancias incluyen mediciones que se pueden utilizar para determinar la distancia real entre un transmisor y el terminal. Como alternativa, una medición de distancia puede ser una distancia relativa desde el terminal a una pluralidad de transmisores. En el caso de una medición de distancia relativa, la distancia entre el terminal y cada transmisor no se conoce, pero hay un desplazamiento común sumado a cada valor de distancia. Se debe entender que el valor podría ser negativo. Algunos ejemplos de mediciones referidas a distancias incluyen, pero sin limitación, pseudo-distancias, distancias reales, estimaciones de tiempo y estimaciones de actitud. Las mediciones referidas a distancias se pueden obtener a partir de uno o más sistemas de determinación de posición. En particular, una fijación de posición del GPS puede ser obtenida a partir de mediciones referidas a distancias (es decir, pseudo-distancias) para un
35 determinado número de satélites en el GPS. Como alternativa, una fijación de posición de AFLT (trilateración avanzada de enlace directo) se puede calcular a partir de mediciones referidas a distancias para un determinado número de estaciones base en un sistema de comunicación celular (por ejemplo, de CDMA). Aún más, una fijación de posición híbrida se puede calcular a partir de mediciones referidas a distancias para un determinado número, tanto de satélites como de estaciones base.

40 La técnica de dominio de posiciones utiliza el conocimiento de la posición del subsistema transceptor base (BTS) que está "sirviendo" al terminal (es decir, está en comunicación con el terminal) para estimar la localización del terminal. Es decir, el terminal debe estar dentro de un radio limitado conocido del BTS de servicio, ya que los dos están en comunicación. Habitualmente, cada BTS presta servicios a un área definida, comúnmente mencionada como una "célula". Las células se pueden dividir en "sectores". Esto normalmente se realiza haciendo que diferentes antenas acopladas al BTS abarquen diferentes sectores de la célula. De esta manera, los terminales en cada sector se pueden distinguir de los terminales en cada uno de los otros sectores, sobre la base de la antena a través de la cual se establecen las comunicaciones con los terminales.

50 La posición aproximada del terminal puede entonces ser estimada como: (1) el centro del sector del BTS, (2) la ubicación de la antena del BTS, (3) una ubicación proporcionada externamente, (4) una ubicación por omisión o (5) alguna otra ubicación asociada de alguna manera a la ubicación de los BTS. Una fijación de posición, calculada utilizando la técnica de dominio de posiciones, es menos precisa que una fijación de posición del dominio de distancias. Sin embargo, la fijación de posición de fijación del dominio de posiciones puede ser tan valiosa como una fijación inicial. Una fijación inicial de este tipo puede entonces ser utilizada para ayudar a calcular una fijación de posición del dominio de distancias. La fijación del dominio de posiciones también puede ser útil como una fijación final si la fijación de posición del dominio de distancias no está disponible o es de mala calidad. La publicación WO-A-02/51 192 se refiere a un procedimiento híbrido de estimación de la posición de una estación móvil a partir de la recogida de datos de predicción para proporcionar una estimación de la posición, como la célula servidora.

60 Independientemente de cómo se calcula la fijación de la posición, es sumamente deseable proporcionar una estimación aproximada de posición para el terminal que sea lo más precisa posible. Dado que las fijaciones del dominio de distancias no siempre están disponibles o son exactas, sería útil poder calcular más exactamente la posición de un terminal inalámbrico utilizando una técnica de dominio de posiciones.

65

SUMARIO

La invención se define por los procedimientos de acuerdo a las reivindicaciones 1, 24, 26 y 28, el medio legible por ordenador según la reivindicación 29 y el aparato de acuerdo a la reivindicación 30.

5 Este documento describe un procedimiento y un aparato que estiman con mayor precisión la posición aproximada de un terminal en una red inalámbrica. En una realización del procedimiento y del aparato, la posición aproximada del terminal se estima en base a un "área esperada" asociada a un "subsistema transceptor de base (BTS) de referencia". Los BTS de referencia pueden ser cualquier BTS con el que el terminal está en comunicación. El área esperada asociada a un BTS es un área dentro de la cual es probable que se encuentre un terminal, dado que puede recibir señales desde el BTS. El área esperada es: (1) una ubicación que puede ser proporcionada como la posición estimada del terminal y (2) un área dentro de la cual es probable que se encuentre el terminal, donde la probabilidad puede estar dada por un porcentaje particular. El área esperada asociada a cada BTS puede ser modelada en base a diversos parámetros, tales como la ubicación y orientación de la antena del BTS, el máximo alcance de la antena (MAR), etc.

En otro modo de realización del procedimiento y el aparato divulgados, una fijación más exacta de posición del dominio de posiciones para un terminal se estima mediante la combinación de las áreas esperadas de múltiples BTS. El terminal puede recibir señales desde un cierto número de BTS en la red inalámbrica. Sin embargo, no es necesario utilizar la información asociada a todos los BTS desde los que se reciben las señales para determinar la fijación de posición para el terminal. Un BTS se menciona como un BTS "medido" si la información asociada a ese BTS se utiliza para aproximar la posición del terminal. Las áreas esperadas para los BTS medidos pueden combinarse para determinar un área esperada combinada, que después puede proporcionarse como la fijación de posición del dominio de posiciones para el terminal.

En otro modo de realización más del procedimiento y del aparato divulgados, el centro y el tamaño del área esperada asociada a cada BTS medido pueden ser ajustados en base a diversos factores antes de combinarse. Estos factores incluyen: (1) la intensidad de señal recibida de la señal desde el BTS, según se recibe en el terminal (que, por lo general, se da como E_r/I_0), (2) la potencia recibida para el BTS (que habitualmente se da como E_c), o (3) algún otro factor. Las áreas esperadas ajustadas para todos los BTS medidos se pueden combinar después para determinar el área esperada combinada.

En otro modo de realización más del procedimiento y el aparato divulgados, la fijación de posición del dominio de posiciones para un terminal, que puede ser determinada por cualquiera de los modos de realización que se han descrito anteriormente, se combina con alguna otra estimación de posición para el terminal, para determinar una estimación de posición aún más precisa para el terminal. La otra estimación de posición puede obtenerse, por ejemplo, en base al GPS, a la AFLT o tanto al GPS como a la AFLT.

Diversos aspectos y modos de realización del procedimiento y aparato divulgados se describen en mayor detalle más adelante. En particular, los procedimientos, los códigos de programa, los procesadores de señales digitales, los terminales, los sistemas y otros aparatos y elementos que implementan diversos aspectos, realizaciones y características del procedimiento y aparato divulgados se describen adicionalmente en detalle más adelante.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

45 Las características, la naturaleza y las ventajas de la presente invención resultarán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación cuando se tome junto con los dibujos, en los que los mismos caracteres de referencia identifican de forma correspondiente en toda su extensión, y en los que:

- 50 la figura 1 es un diagrama de una red de comunicación inalámbrica;
- la figura 2 es un diagrama que ilustra las áreas de cobertura sectorizadas para los cuatro BTS mostrados en la FIG. 1;
- 55 la figura 3 es un diagrama que ilustra el modelado de un área esperada asociada a cada BTS en la red;
- la figura 4 es un diagrama que ilustra gráficamente el uso de múltiples zonas esperadas para múltiples BTS medidos, para calcular una estimación más precisa de la posición de un terminal;
- 60 las figuras 5A y 5B son diagramas que ilustran el modelado de las áreas esperadas para dos BTS diferentes;
- las figuras 6A y 6B son diagramas que ilustran el ajuste del área esperada asociada a una BTS, en base a la intensidad de señal recibida;
- 65 la figura 7A es un diagrama que ilustra la combinación de dos áreas esperadas superpuestas M y N, en base a una media ponderada para obtener un área esperada combinada;

la figura 7B es un diagrama que ilustra la combinación de dos áreas esperadas no superpuestas M y N, en base a una media ponderada para obtener un área esperada combinada;

5 la figura 8 es un diagrama de flujo de un proceso para obtener una fijación de posición aproximada más precisa, utilizando la determinación de posición basada en áreas; y

la figura 9 es un diagrama de bloques simplificado de varios elementos de la red que se muestra en la figura 1.

10 DESCRIPCIÓN DETALLADA

La figura 1 es un diagrama de una red de comunicación inalámbrica 100, que puede ser una red de acceso múltiple por división de código (CDMA), una red de acceso múltiple por división del tiempo (TDMA), una red de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA) u otro tipo de red de comunicación inalámbrica. Una red de CDMA puede estar diseñada de acuerdo a uno o más sistemas estándar de CDMA, tales como un sistema IS-95, un sistema IS-2000 o un sistema de W-CDMA. Una red de TDMA puede diseñarse de acuerdo a uno o más sistemas estándar de TDMA, tales como un sistema de GSM. Los detalles de estos sistemas estándar son bien conocidos en la técnica.

20 La red 100 incluye una serie de subsistemas transceptores de base (BTS) 104, sirviendo cada BTS 104 a un área geográfica particular. Sólo cuatro BTS 104a a 104d se muestran en la FIG. 1, para simplificar. El área de cobertura de un BTS se menciona a menudo como una "célula". El área de cobertura es el área dentro de la cual un terminal recibe señales desde el BTS 104. El tamaño y la forma de una célula dependen normalmente de varios factores tales como el terreno, obstáculos, etc., y pueden variar aún más con el tiempo. Si bien es común para algunos referirse a un BTS como una "célula", este documento hace una distinción entre el equipo que se menciona en este documento como el BTS y el área de cobertura que se menciona en este documento como la célula.

Un cierto número de terminales 106 están habitualmente dispersados en toda la extensión de la red. Solamente se muestra un terminal en la figura 1, en aras de la simplicidad. El BTS transmite al terminal 106 por el enlace directo y el terminal transmite al BTS por el enlace inverso. Cada terminal 106 puede comunicarse con uno o más BTS. La comunicación activa entre el terminal y más de un BTS a la vez se menciona como "traspaso suave". La comunicación activa se refiere al hecho de que el terminal está registrado en la red y puede ser identificado por el BTS. Incluso si el terminal no está en comunicación activa con un BTS, puede recibir señales piloto, páginas y/u otros mensajes de señalización desde los BTS. En el ejemplo mostrado en la figura 1, el terminal 106 recibe las señales piloto desde las cuatro estaciones BTS 104a a 104d. Se debe entender que recibir simplemente una señal piloto desde un BTS no es indicativo de comunicación activa entre el terminal y el BTS.

Los BTS 104 se comunican habitualmente con un controlador de estación base (BSC) 120, que coordina la comunicación entre los BTS y los terminales que están en comunicación activa con los BTS. Para la determinación de posición, el controlador de estación base 120 puede comunicarse con una entidad de determinación de posición (PDE) 130. La PDE 130 recibe información desde, y/o proporciona información a, el controlador de estación base 120, como se describe en más detalle a continuación.

En una implementación de red típica, cada célula puede ser dividida en un cierto número de sectores (por ejemplo, tres sectores) para aumentar la capacidad del sistema (es decir, el número de usuarios a los que el sistema puede dar soporte a la vez). Cada sector es servido luego por un BTS correspondiente. Para una célula sectorizada, el BTS servidor de esa célula incluye un cierto número de los BTS (por ejemplo, tres). Cada BTS está asociado a un sector respectivo de los sectores en esa célula. La figura 2 es un diagrama que ilustra un sistema que tiene cuatro células "sectorizadas" con cuatro BTS correspondientes.

50 En el ejemplo mostrado en la figura 2, la célula cubierta por cada BTS está representada por un círculo ideal. Cada sector de la célula está representado por una sección ideal en forma de pastel de 120° 210 del círculo. En un despliegue efectivo de red, la célula cubierta por cada BTS tiene habitualmente una forma que es diferente al círculo ideal, en función de diversos factores mencionados anteriormente. Por otra parte, los sectores de una célula sectorizada habitualmente se superponen en los bordes. Por simplicidad, sólo cinco sectores A a E para las cuatro células servidas por los BTS 105a a 105d se muestran en la figura 2.

Como se ha señalado anteriormente, a menudo es deseable, y a veces necesario, conocer la posición de un terminal inalámbrico. La posición de un terminal puede ser estimada utilizando técnicas de dominio de distancias y de dominio de posiciones. Para la técnica de dominio de distancias, se utiliza un determinado número de mediciones referidas a distancias (por ejemplo, distancias, pseudo-distancias, etc.) para calcular una fijación de posición para el terminal. Cada medición referida a distancias se hace con respecto a un transmisor (por ejemplo, un satélite o BTS). Una fijación de posición del dominio de distancias normalmente tiene una mayor precisión. Sin embargo, en algunas circunstancias, puede que no haya un número suficiente de mediciones referidas a distancias, disponibles para calcular la fijación de posición del dominio de distancias.

65 Varias formas de realización del procedimiento y el aparato divulgados se describen en el presente documento para

proporcionar una fijación más precisa de la posición del dominio de posiciones para un terminal. En un modo de realización, se estima la posición aproximada del terminal en base a un "área esperada" asociada a un "BTS de referencia". El BTS de referencia puede ser cualquier BTS con el que el terminal esté en comunicación. Como se usa en el presente documento, un área esperada asociada a un transmisor, tal como un BTS, es un área dentro de la cual es probable que se encuentre un terminal, dado que el terminal es capaz de recibir señales desde el transmisor. El modelado del área esperada asociada a cada BTS se describe a continuación.

En otro modo de realización, una fijación más precisa de la posición del dominio de posiciones para un terminal se determina mediante la combinación de áreas esperadas asociadas a varios BTS. En otro modo de realización más, el centro y el tamaño del área esperada asociada a cada BTS medido pueden ser ajustados en base a varios factores antes de combinarse. Un BTS se menciona como un BTS "medido" si la información asociada a ese BTS se utiliza para aproximar la posición del terminal. Los factores que pueden utilizarse para ajustar las áreas esperadas de los BTS medidos incluyen: (1) intensidad de señal recibida, (2) potencia recibida, etc. Los factores adicionales y la forma en que tales factores se utilizan se describen con mayor detalle a continuación. Seguidamente, se combinan las áreas esperadas ajustadas para los BTS medidos, para determinar el área esperada combinada.

En otro modo de realización más, la fijación de posición del dominio de posiciones para un terminal se puede combinar con alguna otra estimación de posición para el terminal, para estimar una posición aún más precisa para el terminal. La otra estimación de la posición se puede obtener en base al GPS, a la AFLT, o a una combinación de GPS y AFLT. Estos diversos modos de realización del procedimiento y aparato divulgados se describen en mayor detalle más adelante.

La figura 3 es un diagrama que ilustra un área esperada asociada a cada BTS en la red mostrada en la **figura 2**. El área esperada asociada a cada BTS de la **figura 3** se modela como un círculo 314 que representa una probabilidad particular (por ejemplo, 1-sigma o 67 % de probabilidad) de que un terminal que está recibiendo señales desde el BTS se encuentre dentro del área esperada. Por consiguiente, si un terminal recibe señales desde un determinado BTS, entonces hay una probabilidad del 67 % de que el terminal se encuentre dentro del área esperada asociada al BTS.

Cada área esperada se asocia a una ubicación que puede ser proporcionada como la posición estimada de un terminal, dado que recibe la señal desde el BTS. Esta ubicación es habitualmente el centro del área esperada. Sin embargo, alguna otra ubicación dentro del área esperada también puede ser proporcionada como la estimación de la posición. Como se muestra en la figura 3, el centro de cada área esperada está marcado con una "x" 312. El centro, el tamaño y la forma del área esperada se pueden proporcionar como parte de una fijación de posición del dominio de posiciones para un terminal. El centro del área esperada representaría la posición estimada del terminal, y el tamaño y forma del área esperada representaría la certeza en el uso del centro del área esperada como la posición estimada del terminal.

El tamaño, la forma y el centro del área esperada asociada a cada BTS se pueden determinar sobre la base de uno o más parámetros. Algunos parámetros pueden referirse al BTS, tales como: (1) la ubicación y orientación de la antena del BTS, (2) el alcance máximo de la antena, etc. Otros parámetros pueden referirse a los atributos físicos del área de cobertura del BTS, tales como: (1) terreno, (2) obstrucciones, etc. Además, algunos parámetros pueden referirse al conocimiento de otras características del área de cobertura del BTS, tales como la distribución estadística de los usuarios de terminales dentro del área de cobertura.

En el ejemplo mostrado en la figura 3, el terminal 106 se encuentra en, o cerca de, una zona de solapamiento de las áreas esperadas A y D. La posición del terminal puede entonces ser estimada como (1) el centro del área esperada A, si el BTS 105a es el BTS de referencia del terminal, o (2) el centro del área esperada D, si el BTS 105d es el BTS de referencia.

Como se muestra en el ejemplo anterior, una fijación de posición del dominio de posiciones, por lo general, tiene una precisión muy basta. Sin embargo, la fijación de posición del dominio de posiciones puede ser valiosa como una fijación inicial que puede utilizarse luego para calcular una fijación de posición del dominio de distancias. Como alternativa, la fijación de la posición del dominio de posiciones se puede utilizar como una fijación final si la fijación de la posición del dominio de distancias es mala o no está disponible. En cualquier caso, es sumamente deseable proporcionar una fijación de posición del dominio de posiciones que sea tan exacta como sea posible.

La figura 4 es un diagrama que ilustra gráficamente el uso de varias áreas esperadas, cada una asociada a un correspondiente BTS entre varios BTS medidos para estimar una posición más precisa del terminal 106. El terminal 106 puede recibir señales desde los BTS 105a a 105e. De los cinco BTS recibidos, solamente tres BTS 105a, 105d y 105e se utilizan para aproximar la posición del terminal. Por consiguiente, como se ha señalado anteriormente, estos tres BTS 105a, 105d y 105e se denominan como los BTS medidos para el terminal. Las áreas esperadas para los BTS medidos 105a, 105d y 105e son determinadas luego (por ejemplo, recuperadas desde una unidad de almacenamiento) y pueden ser ajustadas (por ejemplo, en base a las intensidades de señales recibidas).

Las áreas esperadas ajustadas y / o no ajustados para los BTS medidos se combinan entonces para proporcionar

un área esperada combinada que tiene un centro en la ubicación 412 y un tamaño y forma representados en la **figura 4** por un círculo 414. El centro, el tamaño y forma del área esperada combinada podrían entonces ser proporcionados como la estimación de posición del terminal.

5 Según lo mostrado por la ilustración en la **figura 4**, el área esperada combinada representa una aproximación más
 10 precisa de la posición del terminal 106 que una cualquiera de las cinco áreas individuales esperadas A a E,
 mostradas en la **figura 4**. En particular, el centro del área esperada combinada es una estimación más precisa de la
 posición del terminal que el centro de cualquiera de las zonas esperadas individuales. Por otra parte, es probable
 que la incertidumbre asociada al uso del centro de área esperada combinada como la posición estimada del terminal
 sea más pequeña que la incertidumbre asociada al uso del centro de cualquiera de las tres áreas esperadas
 individuales A, D y E, que se utilizaron para determinar el área esperada combinada. Es decir, el hecho de que el
 círculo 414 sea más pequeño que los círculos que definen las áreas esperadas individuales indica que un mayor
 número de terminales, que se estima que estén dentro del área esperada combinada, estarán más cerca del centro
 (es decir, dentro del círculo más pequeño).

15 **Las figuras 5A y 5B** son diagramas que ilustran el modelado de las áreas esperadas para dos BTS diferentes. En la
 figura **5A**, el BTS 105x está diseñado para proporcionar cobertura de un área en forma de pastel 510a, de
 aproximadamente 120°, estando el perímetro exterior del área en forma de pastel determinado por el alcance
 máximo de la antena (MAR) del BTS. El área esperada asociada a este BTS puede ser modelada como el área en
 20 forma de pastel 510a, un círculo 514a o alguna otra combinación de forma y tamaño. El centro del área esperada
 512a puede proporcionarse como la posición estimada para el terminal.

En la figura **5B**, el BTS 105Y está diseñado para proporcionar cobertura para un área en forma de pastel 510b más
 25 pequeña, estando el perímetro exterior de esta área en forma de pastel también determinado por el alcance máximo
 de la antena del BTS. El área esperada asociada a este BTS puede ser modelada como el área en forma de pastel
 510b, un círculo 514b o alguna otra combinación de forma y tamaño. Una vez más, el centro del área esperada 512b
 puede proporcionarse como la posición estimada para el terminal.

30 Para ambas **figuras 5A y 5B**, el área esperada se modela sobre la base de una distribución normal Gaussiana
 bidimensional. En tal modelo, la probabilidad de que el terminal se encuentre en, o cerca de, el centro del área de
 cobertura del BTS es mayor que lejos del centro del área de cobertura. Un círculo, o alguna otra forma, puede
 entonces definirse para representar el área dentro de la cual es probable que se encuentre un terminal, con una
 certeza particular, dado que puede recibir señales desde el BTS. Para un área esperada circular de 1-sigma, hay un
 35 39 por ciento de certeza de que el terminal se encuentre dentro del área esperada si recibe señales desde el BTS. El
 área esperada se puede definir para cualquier certeza dada, usándose normalmente la de 1-sigma. El área
 esperada se define por tanto sobre la base de algún parámetro estadístico, y no es sólo un círculo con un límite
 nítido.

El área esperada de 1-sigma se puede determinar sobre la base de diversas formulaciones. En una realización, el
 40 área esperada de 1-sigma se define por un eje de 1-sigma, r_a , que puede expresarse como:

$$r_a \cong \frac{\text{MAR}}{3} \quad \text{Ec. (1)}$$

45 Como se muestra en la ecuación (1), el eje de 1-sigma r_a , (que corresponde al radio de los círculos 514a y 514b en
 las figuras 5A y 5B) se obtiene en base a la distancia máxima estimada (MAR) de la antena del BTS. En otra
 realización, el área esperada de 1-sigma está definida por un error de posición estimado horizontal (HEPE) de 1-
 sigma, r_h , que puede expresarse como:

$$r_h \cong \frac{\text{MAR}}{2} \quad \text{Ec. (2)}$$

50 Como se muestra en la ecuación (2), el HEPE de 1-sigma, r_h , se obtiene también en base al alcance máximo de la
 antena del BTS. Otras formulaciones para el área esperada de 1-sigma también pueden ser utilizadas.

En ambas figuras **5A y 5B**, los círculos 514a y 514b no están trazados a escala, si se utiliza el eje de 1-sigma, r_a , o
 el HEPE de 1-sigma, r_h , como el radio de las áreas esperadas de 1-sigma, representadas por los círculos 514a y
 55 514b.

En general, pueden usarse diversas formas, tamaños y ubicaciones de los centros para el área esperada asociada a
 cada BTS, en función de los parámetros usados para modelar el área esperada. En una implementación, se utiliza

un modelo circular para el área esperada asociada a cada BTS. El modelo circular para el área esperada es especialmente bueno si la distribución de los terminales dentro del área de cobertura del BTS se aproxima a un patrón circular. El modelo estadístico circular también permite una formulación matemática conveniente, como se verá más adelante en esta exposición.

En otro modo de realización del procedimiento y el aparato divulgados, el centro y el tamaño del área esperada asociada a cada BTS medido pueden ser ajustados en base a uno o más factores. Si la única información disponible es que un terminal recibe la señal de un BTS, entonces el área esperada asociada a ese BTS, sin ningún ajuste, puede proporcionarse como una fijación de posición aproximada para el terminal. Sin embargo, si otra información está disponible para el terminal, entonces el área esperada asociada al BTS puede ser ajustada en base a la información adicional para determinar un área esperada más precisa asociada a este terminal.

Varios factores pueden ser utilizados para ajustar el área esperada asociada a un BTS para un terminal dado. Un factor de este tipo es la intensidad de señal recibida, que se expresa habitualmente como una razón entre la energía por chip y el ruido total (E_c/I_o). La intensidad de la señal recibida puede ser determinada en base a la medición de una señal piloto o alguna otra transmisión desde el BTS. Como alternativa, la intensidad de la señal recibida puede ser determinada en base a la señal de enlace inverso recibida en el BTS desde el terminal.

La intensidad de la señal recibida en el terminal para un determinado BTS se puede correlacionar con un factor de escala. Este factor de escala se puede usar entonces para ajustar el área esperada asociada al BTS. En una implementación, una E_c/I_s de 0 dB está correlacionada con un factor de escala de 0,9 (es decir, $S = 0,9$) y una E_c/I_s de -40 dB está correlacionada con un factor de escala de 1,1 (es decir, $S = 1.1$). La interpolación lineal se puede usar entonces para determinar el factor de escala para otros valores de la intensidad de señal recibida. Para esta implementación, el factor de escala S se puede expresar como:

$$S = 0,9 - \frac{E_c/I_o \text{ (dB)}}{200} \quad \text{Ec. (3)}$$

El factor de escala también puede estar limitado a un rango específico de valores (por ejemplo, $0,9 \leq S \leq 1.1$). Un factor de escala de menos de uno reduce o encoge el área esperada, y un factor de escala de más de uno amplía el área esperada.

En otra implementación, una E_c/I_s de 0 dB está correlacionada con un factor de escala de 0,6 (es decir, $S = 0,6$) y una E_c/I_s de -40 dB está correlacionada con un factor de escala de 1,4 (es decir, $S = 1.4$). Una vez más, la interpolación lineal puede ser utilizada para determinar el factor de escala para otros valores de la intensidad de señal recibida. Para esta implementación, el factor de escala S se puede expresar como:

$$S = 0,6 + \frac{E_c/I_o \text{ (dB)}}{50} \quad \text{Ec. (4)}$$

Esta aplicación tiene una pendiente más pronunciada que la que se ha descrito antes. Se debe entender que también se puede utilizar otra correlación entre la intensidad de señal recibida y el factor de escala.

Otro factor que también se puede utilizar para ajustar el área esperada asociada a un BTS para un terminal dado es la potencia recibida de la señal desde el BTS, según lo medido en el terminal. Esta potencia recibida puede ser expresada como una energía por chip (E_c) y sólo tiene en cuenta la señal de interés, ignorando a la vez el ruido y la interferencia (I_o). La potencia recibida también puede calcularse a partir de la señal piloto transmitida por el BTS o algún otro componente de señal. La potencia recibida puede entonces ser correlacionada con un factor de escala, que puede ser expresado como:

$$S = f(E_c), \quad \text{Ec. (5)}$$

donde $f(E_c)$ es alguna función definida de E_c .

Otro factor que puede tenerse en cuenta en el ajuste del área esperada es el nivel de potencia de transmisión. Cada BTS normalmente transmite su señal a un nivel de potencia particular, determinado por el operador de red. El operador de red puede ajustar los niveles de potencia de transmisión para todos los BTS, para que sean el mismo. Como alternativa, se pueden utilizar diferentes niveles para diferentes BTS. Así, el conocimiento de los niveles de potencia de transmisión de los BTS también se puede utilizar para ajustar las áreas esperadas. La potencia recibida (E_c) y el nivel de potencia de transmisión (P) pueden entonces ser correlacionados con un factor de escala, que puede ser expresado como:

$$S = f(E_c, p),$$

Ec. (6)

donde $f(E_c, P)$ es alguna función definida, tanto de E_c como de P . Como un ejemplo específico, las potencias recibidas desde los BTS pueden ser normalizadas para tener en cuenta los diferentes niveles de potencia de transmisión utilizados por los diferentes BTS. Las potencias normalizadas recibidas pueden ser utilizadas entonces para ajustar las áreas esperadas de los BTS.

Sin embargo, otro factor que puede ser utilizado para ajustar el área esperada asociada a un BTS es el retardo de ida y vuelta (RTD). Un terminal puede identificar el componente de multi-trayectoria que llega más temprano (de suficiente intensidad) de una señal de enlace directo desde el BTS.

El tiempo en el que este componente de multi-trayectoria llega a la antena del terminal puede ser determinado. Este tiempo se utiliza entonces como tiempo de referencia del terminal. El terminal puede entonces transmitir una señal de enlace inverso de vuelta al BTS, de manera que la señal de enlace inverso sea recibida por el BTS con un retardo temporal de 2τ desde el momento en que se transmitió la señal de enlace directo. Este retraso de 2τ se denomina como el RTD. El RTD se puede medir en el BTS y utilizar para ajustar el área esperada asociada al BTS. También pueden usarse otros factores para ajustar el área esperada asociada a un BTS.

Como se ha descrito anteriormente, el tamaño del área esperada asociada a un BTS se puede ajustar en base a un factor de escala asignado a ese BTS. El factor de escala también se puede utilizar para desplazar el centro del área esperada, ya sea hacia o desde un centro nominal. Mediante el ajuste del tamaño y el centro del área esperada, la contribución del BTS asociado se puede ajustar en consecuencia en la obtención de la estimación de posición para el terminal.

Las figuras 6A y 6B son diagramas que ilustran el ajuste del área esperada asociada a un BTS, en base a la intensidad de señal recibida. Debido a la pérdida de trayectoria en el entorno de propagación, el nivel de potencia de una señal recibida en un terminal es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde el BTS de transmisión. Esta fórmula general supone que la señal transmitida no es degradada por otros fenómenos de transmisión tales como trayectos múltiples. La intensidad de señal recibida puede utilizarse por tanto como una estimación de la distancia entre el BTS (o la antena del BTS) y el terminal. El centro y el tamaño del área esperada asociada al BTS para este terminal a continuación pueden ajustarse luego en base a la intensidad de la señal recibida.

En la figura **6A**, la intensidad de la señal recibida es fuerte, lo que indica que es probable que el terminal se encuentre más cerca del BTS transmisor. El centro del área esperada puede entonces ser desplazado desde un centro nominal 612x a un nuevo centro 612a que está más cerca del BTS. El nuevo centro 612a está ubicado en una línea recta entre el centro nominal 612x y la antena del BTS. Además, el nuevo centro 612a se desplaza a un punto específico en esta línea, determinado por el factor de escala. El nuevo centro 612a está situado en el centro nominal 612x si el factor de escala es igual a 1,0 y se desplaza hacia el BTS si el factor de escala es inferior a 1,0.

Como se muestra adicionalmente en la figura **6A**, el tamaño del área esperada también se reduce desde el tamaño nominal hasta un tamaño más pequeño, representado por un círculo 614a. Este tamaño más pequeño coincide más estrechamente con el área más pequeña, donde puede ser recibida una fuerte intensidad de señal de ese tipo.

En la figura **6B**, la intensidad de la señal recibida es débil, lo que indica que es probable que el terminal se encuentre más lejos del BTS de transmisión. El centro del área esperada puede ser desplazado luego desde el centro nominal 612x a un nuevo centro 612b que está más lejos (en sentido radial) del BTS. Además, el tamaño del área esperada puede ser agrandado desde el tamaño nominal a un tamaño más grande representado por un círculo 614b. Este tamaño más grande representa el área más grande donde una intensidad de señal tan débil puede ser recibida.

El ajuste de las áreas esperadas también se puede realizar de forma selectiva para algunos BTS y no para algunos otros BTS. Por ejemplo, la intensidad de la señal recibida para cada BTS se puede observar durante un intervalo de tiempo particular. El área esperada asociada a cada BTS se puede ajustar entonces si la fluctuación en la intensidad de la señal recibida está por debajo de un umbral particular, y no ajustarse si la fluctuación es mayor que el umbral particular.

Además, los factores de escala utilizados para modificar el tamaño del área esperada y para desplazar el centro del área esperada se pueden elegir por separado. Por ejemplo, el factor de escala para el tamaño del área esperada se puede elegir en base a E_c , y el factor de escala para el centro del área esperada se puede elegir en base a E_c/I_0 .

En otro modo de realización más del procedimiento y el aparato divulgados, una fijación de posición más precisa para un terminal se determina mediante la combinación de las áreas esperadas para múltiples BTS medidos. El área esperada asociada a cada BTS medidos puede ser ajustada o no ajustada, como se ha descrito anteriormente. Las múltiples áreas esperadas para los BTS medidos se pueden combinar de varias maneras para determinar un área esperada combinada que puede entonces ser proporcionada como la fijación de posición aproximada para el terminal.

En una implementación, el área esperada combinada se determina basándose en una media ponderada de las áreas esperadas para los BTS medidos. En un caso sencillo, dos áreas esperadas M y N para dos BTS medidos pueden combinarse para determinar el área esperada combinada. Se puede definir que el área esperada M para los primeros BTS medidos tiene un centro con coordenadas cartesianas (x_m, y_m) y un tamaño/forma que está representado por un primer círculo. De manera similar, se puede definir que el área esperada N para el segundo BTS medido tenga un centro con coordenadas cartesianas de (x_n, y_n) y un tamaño/forma que está representado por un segundo círculo. Se puede definir luego que el centro del área esperada combinada tenga una coordenada cartesiana de (x_p, y_p) , que puede ser calculada como:

$$x_p = W_m x_m + W_n x_n, \quad y \quad \text{Ec. (7)}$$

$$y_p = W_m y_m + W_n y_n,$$

donde W_m y W_n son las ponderaciones que se utilizarán para las áreas esperadas M y N, respectivamente, y $W_n + W_m = 1$. Las ponderaciones se pueden obtener como se describe a continuación. Como se muestra en la ecuación (7), cada dimensión de las coordenadas cartesianas (x_p, y_p) para el centro del área esperada combinada es un promedio ponderado de esa dimensión para los dos centros de área esperada que se combinan.

Si más de dos áreas esperadas han de combinarse, entonces la ecuación (7) se puede generalizar de la siguiente manera:

$$x_p = \sum_{i=1}^{N_{\text{BTS}}} W_i x_i, \quad y \quad \text{Ec. (8)}$$

$$y_p = \sum_{i=1}^{N_{\text{BTS}}} W_i y_i,$$

$$\sum_{i=1}^{N_{\text{BTS}}} W_i = 1.$$

donde N_{BTS} es el número de áreas esperadas que se combinan y

La ponderación W_i utilizada para cada área esperada se puede determinar en base a varios parámetros. En una implementación, la ponderación para cada área esperada se determina en base al tamaño del área esperada. Para esta implementación, la ponderación W_i para la *i-ésima* área esperada se puede expresar como:

$$W_i \propto \frac{1}{\text{HEPE}_i^2}, \quad \text{Ec. (9)}$$

donde HEPE_i es el error de posición estimado horizontal, que puede expresarse como:

$$\text{HEPE}_i = \sqrt{\sigma_{\text{Este}}^2 + \sigma_{\text{Norte}}^2}, \quad \text{Ec. (10)}$$

y σ_{Este} y σ_{Norte} son las varianzas para las direcciones este y norte asociadas a la *i-ésima* área esperada. En particular, σ_{Este} es la distancia desde el centro del área esperada hasta el borde este (o derecho) del círculo de un-sigma, y σ_{Norte} es la distancia desde el centro del área esperada hasta el borde norte (o superior) del círculo de un-sigma. Como se muestra en la ecuación (9), la ponderación W_i para la *i-ésima* área esperada es inversamente proporcional al cuadrado del HEPE_i para esa área esperada. La ponderación en la ecuación (9) es similar a un promedio normal de mínimos cuadrados ponderados, por ejemplo, en un caso unidimensional, donde las ponderaciones son proporcionales a $1/\sigma^2$. Utilizando la ecuación (9), a las áreas esperadas más pequeñas (es decir, las que tienen incertidumbres más pequeñas) se asignan ponderaciones mayores que a las áreas esperadas más grandes.

Debería tenerse en cuenta que las ponderaciones pueden obtenerse también sobre la base de algunos otros parámetros, o cualquier combinación de parámetros.

El área esperada combinada tiene un tamaño que es indicativo de la incertidumbre en el uso de esta área esperada combinada como la estimación de posición para el terminal. El tamaño (o incertidumbre) del área esperada combinada se determina sobre la base de los tamaños (o incertidumbres) de todas las áreas esperadas que se combinan, las ponderaciones utilizadas para combinar estas áreas esperadas, algunos otros factores o una combinación de los mismos.

Un factor que puede ser utilizado para determinar el tamaño del área esperada combinada se refiere al número de los BTS medidos que se combinan. Si las mediciones desde los BTS se suponen independientes, entonces el tamaño del área esperada combinada puede reducirse en (por ejemplo, la raíz cuadrada de) el número de los BTS que se combinan. Un límite puede ser impuesto sobre la magnitud de la reducción en el tamaño del área esperada combinada, en base al número de los BTS medidos. Como un ejemplo específico, se puede impedir que el tamaño del área esperada combinada se encoja más, incluso si se utilizan más de 10 BTS medidos.

Otro factor para determinar el tamaño del área esperada combinada se refiere al tamaño más pequeño de todas las áreas esperadas que se combinan. Si las mediciones desde los BTS son útiles en la obtención de un área esperada combinada más precisa, entonces hay un razonable "ajuste" entre las áreas esperadas individuales que se combinan. En ese caso, el tamaño del área esperada combinada no debería ser mayor que el tamaño más pequeño de todas las áreas esperadas individuales que se combinan. Cada área esperada puede contribuir a reducir aún más el tamaño del área esperada combinada.

Otro factor más para la determinación del tamaño del área esperada combinada se refiere a un "fallo unitario", que es indicativo de cuán bien las zonas esperadas individuales se solapan con el área esperada combinada. Si hay un "mal" ajuste entre las mediciones (como se ilustra más adelante en la **figura 7B**), entonces el tamaño del área esperada combinada, en realidad, puede ser más grande (o peor aún) que el del área esperada individual más pequeña. En ese caso, el fallo unitario sería mayor que 1,0, y el tamaño del área esperada combinada puede ser aumentado a escala en el fallo unitario (lo que entonces aumentaría correspondientemente el HEPE del área esperada combinada).

El fallo unitario se puede calcular sobre la base de un promedio de "sigma-de-separación" normalizado entre el área esperada combinada y cada área individual esperada, utilizada para determinar el área esperada combinada. En una implementación, el sigma-de-separación σ_i para la *i-ésima* área esperada se define como:

$$\sigma_i = \frac{D_i}{RSS} \quad , \quad \text{Ec. (11)}$$

donde D_i es la distancia entre el centro del área esperada combinada y el centro de la *i-ésima* área esperada, y RSS es la raíz de la suma de cuadrados del *i-ésimo* HEPE del área esperada y del HEPE del área esperada combinada.

El fallo unitario F puede entonces ser definido como:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{N_{\text{BTS}}} \sigma_i}{N_{\text{BTS}} - 1} \quad . \quad \text{Ec. (12)}$$

Como se muestra en la ecuación (12), el fallo unitario F es representativo del coste en el cuadrado medio mínimo (LMS).

Si el fallo unitario calculado para el área esperada combinada es mayor que la unidad (es decir, $F > 1,0$), entonces el tamaño del área esperada combinada puede aumentarse a escala en el fallo unitario. De lo contrario, si el fallo unitario es menor que la unidad (es decir, $F < 1,0$), entonces el tamaño del área esperada combinada puede reducirse a escala en el fallo unitario. Si el fallo unitario es menor que la unidad (es decir, $F < 1,0$), esto puede ser provocado por la correlación de las áreas esperadas y no por tamaños sobrestimados de áreas esperadas. Como resultado, a menudo es mejor ignorar los valores de F que son menores que 1, en lugar de reducir a escala el tamaño del área esperada combinada, como se ha descrito anteriormente.

La figura 7 A es un diagrama que ilustra la combinación de dos áreas esperadas superpuestas M y N para dos BTS medidos sobre la base de un promedio ponderado para determinar un área esperada combinada 714P. Cada una de las dos áreas esperadas puede ser o bien un área esperada no ajustada (es decir, con un factor de escala de 1,0) o bien un área esperada ajustada, determinada en base a un factor de escala S_i asignado al BTS para el área esperada. El área esperada M para el primer BTS medido tiene un centro en la ubicación 712m y un tamaño/forma representado por un círculo 714m. De manera similar, el área esperada N para el segundo BTS medido tiene un centro en la ubicación 712n y un tamaño/forma representado por un círculo 714n. Los centros de las áreas esperadas M y N están definidos por las coordenadas cartesianas de (x_m, y_m) y (x_n, y_n) , respectivamente.

El área esperada combinada tiene un centro en la ubicación 712p y un tamaño/forma representado por un círculo 714P. El centro del área esperada combinada tiene una coordenada cartesiana de (x_p, y_p) , que puede ser

determinada como se muestra en la ecuación (7). Gráficamente, una línea recta puede ser trazada entre los dos centros de área esperada 712m y 712n. Con un promedio ponderado, el centro del área esperada combinada se encuentra a lo largo de esta línea, estando determinada la localización exacta por las ponderaciones W_m y W_n asignadas a las áreas esperadas M y N, respectivamente. Más específicamente, si la distancia entre los dos centros de área esperada 712m y 712n es D , entonces las distancias D_m y D_n entre estos centros de área esperada 712m y 712n y el centro del área esperada combinada 712p pueden expresarse como:

$$D_m = W_n D, \text{ y} \tag{13}$$

$$D_n = W_m D,$$

donde $D_m + D_n = D$.

Para el ejemplo mostrado en la figura 7 A, hay un ajuste razonable entre las dos áreas esperadas que se combinan. Por lo tanto, el tamaño (y la incertidumbre) del área esperada combinada se reduce en (1) el número de los BTS medidos que se combinan, que es dos en este ejemplo y (2) el tamaño más pequeño de las dos áreas esperadas que se combinan, que es el tamaño del área esperada M.

La figura 7B es un diagrama que ilustra la combinación de dos áreas esperadas no solapadas M y N, sobre la base de un promedio ponderado para obtener un área esperada combinada 714q. Las dos áreas esperadas tienen centros en las ubicaciones 712m y 712N, que están definidas, respectivamente, por las coordenadas cartesianas de (x_m, y_m) y (x_n, y_n) . Los tamaños y formas de estas dos áreas esperadas están representados por los círculos 714m y 714n.

El área esperada combinada tiene un centro en la ubicación 712q con una coordenada cartesiana de (x_p, y_p) , que puede ser determinada como se muestra en la ecuación (7). El tamaño/forma del área esperada combinada está representado por un círculo 714q. Para el ejemplo mostrado en la figura 7B, las dos áreas esperadas M y N que se combinan son no solapadas, y se determina que el fallo unitario es mayor que uno (es decir, $F > 1,0$). En este caso, el tamaño del área esperada combinada se aumenta a escala en el fallo unitario. El área esperada combinada tendría entonces un tamaño que es mayor que la más pequeña de las dos áreas esperadas que se combinan, como se ilustra gráficamente en la figura 7B)

La figura 8 es un diagrama de flujo de un proceso 800 para la estimación de una posición aproximada más precisa para un terminal, utilizando la determinación de posición basada en áreas. Inicialmente, un área esperada se determina para cada BTS que se pueda utilizar para la determinación de posición del dominio de posiciones (etapa 812). El área esperada se puede determinar en base al máximo alcance de la antena del BTS y/o a algunos otros parámetros, como se ha descrito anteriormente. Las áreas esperadas para los BTS pueden entonces ser almacenadas en una unidad de almacenamiento tal como un almanaque de estaciones base. Las áreas esperadas se determinan habitualmente una vez, por ejemplo, en el despliegue de la red. A partir de entonces, las áreas esperadas pueden ser obtenidas desde la unidad de almacenamiento según sea necesario, como se indica por un recuadro de trazos para la etapa 812.

Para cada fijación de posición del dominio de posiciones, se recibe inicialmente una indicación de que las señales desde un cierto número de BTS son recibidas en el terminal (etapa 814). Un conjunto de BTS medidos se identifica a continuación, entre todos los BTS recibidos (etapa 816). Los BTS medidos son los que se utilizarán para estimar la posición aproximada para el terminal. A continuación se determina el área esperada asociada a cada BTS medido (por ejemplo, se recupera desde la memoria) y puede ajustarse para determinar un área esperada ajustada, asociada al BTS (etapa 818). El ajuste del área esperada asociada a cada BTS medido se puede realizar en base a un factor de escala asignado a ese BTS. Este factor de escala a su vez puede determinarse en base a la intensidad de señal recibida y/o a algún otro factor, tal como se ha descrito anteriormente. El ajuste también se puede omitir para cualquier BTS, ajustando el factor de escala para el BTS a la unidad ($S_i = 1,0$).

Se combinan entonces las áreas esperadas ajustadas y / o no ajustadas para todos los BTS medidos, para determinar un área esperada combinada, que pueda ser proporcionada como la fijación de posición aproximada para el terminal (etapa 820). El centro del área esperada representa la posición estimada del terminal, y el tamaño del área esperada representa la certeza en la posición estimada. Por ejemplo, si se proporciona un área esperada circular combinada de 1-sigma, entonces hay una probabilidad del 39 por ciento de que el terminal se encuentre dentro del área esperada combinada. La combinación de las áreas esperadas se puede realizar como se ha descrito anteriormente.

La fijación del dominio de posiciones, en base al área esperada combinada, también se puede combinar con alguna otra estimación de posición disponible para el terminal (etapa 822). Esta otra posición puede ser estimada sobre la base de algún otro tipo de medición, tal como el GPS, la AFLT o (3) híbrido de GPS y AFLT. Una posición del GPS se estima en base a los satélites del GPS y habitualmente tiene la mayor exactitud posible, pero puede no estar disponible para ciertos entornos (por ejemplo, algunas ubicaciones interiores). Una posición de AFLT se estima en base a mediciones desde un sistema de comunicación inalámbrica y tiene precisión reducida. Sin embargo, la

estimación de la posición de la AFLT está comúnmente disponible en el área urbana y otras áreas donde el GPS puede no estar disponible. Una posición híbrida puede ser estimada en base a las mediciones, tanto del GPS como del sistema de comunicación inalámbrica. La etapa 822 es optativa y se indica como tal por el cuadro de líneas discontinuas.

5 Las etapas 816 a 822 pueden ser realizadas en el terminal, un BTS, una PDE o alguna otra entidad de red.

10 Debería entenderse que se pueden hacer variaciones y modificaciones de las realizaciones descritas anteriormente sobre la base de las enseñanzas descritas en el presente documento. Además, también pueden obtenerse modos de realización alternativos del procedimiento y del aparato descritos en el presente documento. A continuación se describen algunos de tales modos de realización alternativos.

15 En un modo de realización alternativo, el área esperada asociada a un BTS se ajusta basándose en (1) la potencia recibida, P_{rx} , que es la potencia recibida en un terminal para los BTS y (2) la potencia predicha, P_{pre} , que es la potencia predicha como recibida por el terminal para este BTS.

20 La potencia predicha, P_{pre} , se puede calcular en base a un modelo de predicción de pérdida de trayectoria y un conjunto de parámetros. Varios modelos de predicción de pérdida de trayecto se pueden utilizar para calcular la potencia de predicción, un ejemplo de los cuales es el modelo de Okumura-Hata. La potencia predicha, P_{pre} , en el terminal para un determinado BTS se puede expresar como una función de estos parámetros, de la siguiente manera:

$$P_{pre} = g(G, P, D, T, L \text{ y } m), \text{ y} \quad \text{Ec. (14)}$$

25 donde P es la potencia en el puerto de la antena del BTS (antes del amplificador de antena),

G es la ganancia de antena para los BTS,

30 D representa el modelo de propagación (por ejemplo, Okumura-Hata),

T representa la base de datos del terreno, que contiene la información de ondulación del terreno para la predicción de la pérdida de trayectoria,

35 L representa la base de datos de cobertura terrestre, o de uso terrestre, que contiene información tal urbana densa, rural, agua, etc., para la trayectoria de propagación,

m es una posición potencial para el terminal (la potencia predicha se calcula suponiendo que el terminal se encuentra en la posición m), y

40 g es una función de todos los parámetros como argumentos.

Los parámetros P y G se pueden combinar para proporcionar la potencia de entrada en el modelo de predicción de la pérdida de trayectoria.

45 Como se muestra en la ecuación (14), la potencia predicha, P_{pre} , es una función de la posición potencial m del terminal. Si el centro del área esperada se utiliza como la posición potencial m, entonces el centro del área esperada puede ser ajustado de tal manera que la diferencia entre la potencia predicha y la potencia recibida se reduzca al mínimo. Este criterio puede ser expresado como:

$$50 \quad \text{Min}_{\{m, m \in M\}} \{P_{pre}(m) - P_{rx}\}, \quad \text{Ec. (15)}$$

donde $\{m, m \in M\}$ representa el conjunto de todas las posiciones posibles permitidos para el centro del área esperada.

55 El área esperada ajustada, asociada a este BTS, puede entonces proporcionarse como la estimación del dominio de posiciones para el terminal. Como alternativa, esta área esperada ajustada se puede combinar con las áreas esperadas ajustadas y / o no ajustadas para otros BTS medidos, para determinar un área esperada combinada, que luego se proporciona como la estimación del dominio de posiciones para el terminal.

60 En otra realización alternativa, las zonas esperadas para múltiples BTS medidos se pueden ajustar y combinar sobre la base de la potencia recibida y la potencia predicha para cada uno de estos BTS. Si el centro del área esperada combinada se utiliza como la posición potencial m para el terminal, entonces el centro del área esperada combinada se puede ajustar de tal manera que la raíz de las diferencias cuadradas medias entre las potencias predichas y las potencias recibidas para los BTS medidos se minimice. Este criterio puede ser expresado como:

$$\text{Min}_{\{m, m \in M\}} \left\{ \sum_{\{k, k \in K\}} |P_{\text{pre}}(m) - P_{\text{rx}}|^2 \right\}^{1/2}, \quad \text{Ec. (16)}$$

donde $\{m, m \in M\}$ representa el conjunto de todas las posiciones posibles permitidas para el centro del área esperada combinada y $\{k, k \in K\}$ representa el conjunto de todos los BTS medidos. La posición específica m , a utilizar como el centro del área esperada combinada, y por lo tanto la posición estimada para el terminal, es la que tiene el valor mínimo en la ecuación (16). Esta forma de realización es una forma alternativa para ajustar y combinar las áreas esperadas para los BTS medidos.

La figura 9 es un diagrama de bloques simplificado de varios elementos de la red 100. El terminal 106x puede ser un teléfono celular, un ordenador con un módem inalámbrico, una unidad autónoma de determinación de posición o alguna otra unidad. El BTS 105x se muestra acoplado operativamente a una PDE 130x (por ejemplo, mediante el BSC 120, que no se muestra en la figura 9, para simplificar).

En el enlace directo, los datos, las señales piloto y la señalización a transmitir por el BTS 105x son procesados (por ejemplo, codificados, modulados, filtrados, amplificados, modulados en cuadratura y aumentados en frecuencia) por un modulador/transmisor (Mod/TMTR) 920 para proporcionar una señal modulada de enlace directo, que se transmite entonces mediante una antena 922 a los terminales dentro del área de cobertura del BTS. El terminal 106x recibe las señales moduladas de enlace directo desde un cierto número de los BTS (incluyendo el BTS 105x) en una antena 952, y la señal recibida es encaminada a un receptor/demodulador (RCVR/Demod) 954. El RCVR/Demod 954 procesa luego la señal recibida de una manera complementaria para proporcionar diversos tipos de información que pueden utilizarse para la determinación de posición. En particular, el RCVR/Demod 954 puede proporcionar la identidad y la intensidad de la señal recibida (o la potencia recibida) de cada BTS recibido a un procesador 960. El RCVR/Demod 954 puede implementar un receptor de barrido que es capaz de procesar simultáneamente múltiples instancias de señal (o componentes de trayectoria múltiple) en la señal recibida para un cierto número de los BTS recibidos. El receptor de barrido incluye un cierto número de procesadores dactilares (o dedos), cada uno de los cuales puede ser asignado para procesar y rastrear un componente de multi-trayectoria particular.

En el enlace inverso, los datos, las señales piloto y/o la señalización a transmitir por el terminal 106x son procesados por un modulador/transmisor (Mod/TMTR) 964 para proporcionar una señal modulada de enlace inverso. La señal modulada de enlace inverso se transmite entonces mediante la antena 952 al BTS. El BTS 105x recibe la señal modulada de enlace inverso desde el terminal 106x en la antena 922. La señal recibida es entonces encaminada a un receptor/demodulador (RCVR/Demod) 924. El RCVR/Demod 924 procesa la señal recibida de una manera complementaria para proporcionar diversos tipos de información, que pueden entonces ser proporcionados a un procesador 910.

En la realización mostrada en la figura 9, un puerto de comunicación (Com) 914 dentro del BTS 105x se acopla operativamente (por ejemplo, mediante un controlador de estación base) a un puerto de comunicación 944 dentro de la PDE 130x. Los puertos de comunicación 914 y 944 permiten al BTS 105x y a la PDE 130x intercambiar información pertinente para la determinación de la posición (que puede haber sido recibida desde el terminal 106x).

La fijación de la posición aproximada para el terminal utilizando la determinación de posición basada en áreas se puede calcular en el terminal 106x, el BTS 105x, la PDE 130x o alguna otra entidad de red. La entidad que realiza la determinación de la posición basada en áreas está provista de la información pertinente necesaria para obtener la fijación aproximada de la posición. Tal información puede incluir, por ejemplo, las identidades (por ejemplo, el Identificador de Base) de los BTS medidos a utilizar para determinar el área esperada combinada, el área esperada (por ejemplo, el centro, el tamaño y la forma) para cada BTS medido, la intensidad de señal recibida o la potencia recibida para cada BTS medido, etc. Parte de esta información se puede obtener a partir de un almanaque de estaciones base. El almanaque puede incluir diversos tipos de información, tales como: (1) la identidad de cada BTS, (2) la ubicación del centro del sector del BTS, (3) el alcance máximo de la antena, (4) la orientación de la antena, etc. La entidad de red designada obtiene entonces un área esperada combinada. El área esperada combinada puede proporcionarse después como la fijación de posición aproximada del terminal.

El procesamiento para estimar una fijación de posición para el terminal puede ser llevado a cabo por un procesador 960 dentro del terminal 106x, el procesador 910 dentro del BTS 105x o un procesador 940 dentro de la PDE 130x. Las unidades de memoria 962, 912 y 942 se pueden utilizar para almacenar diversos tipos de información utilizados para determinar la posición, tales como, por ejemplo, el almanaque de estaciones base, las intensidades de señales recibidas o las potencias recibidas, etc. Las unidades de memoria 962, 912 y 942 también pueden almacenar códigos de programación y los datos para los procesadores 960, 910 y 940, respectivamente.

El procedimiento y el aparato descritos en este documento pueden ser utilizados para proporcionar una fijación de posición aproximada más precisa para un terminal que está en comunicación con y/o que puede recibir señales desde múltiples BTS, sin necesidad de una solución basada en un tiempo de llegada completo (TOA) o una

diferencia temporal de llegada (TDOA). Mediante la combinación de las áreas esperadas para múltiples BTS medidos, la posición del terminal puede ser estimada, hasta dos a tres veces más precisa que una estimación de posición convencional basada en el área de cobertura para un solo BTS (por ejemplo, de referencia). En una prueba específica realizada en un entorno urbano, se encontró que las soluciones del área esperada tenían errores típicos de entre 1 y 2 kilómetros, mientras que se encontró que las soluciones del área esperada combinada tenían errores típicos de entre 250 y 500 metros, que es una notable mejora en la precisión.

La fijación de la posición aproximada, obtenida mediante la determinación de posición basada en áreas, puede ser utilizada como una estimación inicial de posición para un terminal. Esta estimación inicial de la posición puede ser necesaria, por ejemplo, para proporcionar información de ayuda utilizada para realizar una fijación de posición del dominio de distancias. La estimación de la posición inicial también se puede usar para acortar la cantidad de tiempo necesario para obtener la fijación de la posición del dominio de distancias, lo que es deseable. La fijación de la posición aproximada también se puede utilizar como una estimación final de posición para un terminal. Esta estimación de posición final puede ser proporcionada, por ejemplo, si falla una solución de posición del dominio de distancias, o si es menos precisa que la solución del dominio de posiciones. Como una fijación de posición final, es sumamente deseable proporcionar una fijación de posición del dominio de posiciones lo más precisa posible.

El procedimiento y el aparato descritos en el presente documento pueden implementarse por diversos medios, por ejemplo, en hardware, software o una combinación de los mismos. Para una implementación de hardware, el procedimiento y el aparato descritos en la presente memoria pueden implementarse dentro de uno o más circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), procesadores de señales digitales (DSP), dispositivos de procesamiento de señales digitales (DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), formaciones de compuertas programables en el terreno (FPGA), procesadores, controladores, micro-controladores, microprocesadores, otras unidades electrónicas diseñadas para realizar las funciones descritas en el presente documento o una combinación de los mismos.

Para una implementación en software, el procedimiento descrito en el presente documento pueden implementarse con módulos (por ejemplo, procedimientos, funciones, etc.) que lleven a cabo las funciones descritas en el presente documento. Los códigos de software pueden almacenarse en una unidad de memoria (por ejemplo, la unidad de memoria 962, 912 o 942 en la figura 9) y ser ejecutados por un procesador (por ejemplo, el procesador 960, 910 o 940). La unidad de memoria puede implementarse dentro del procesador o de manera externa al procesador, en cuyo caso puede acoplarse de manera comunicativa al procesador mediante varios medios, como se conoce en la técnica.

La anterior descripción de las realizaciones divulgadas se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o use la presente invención. Por tanto, la presente invención no está concebida para limitarse a las realizaciones mostradas en el presente documento. Más bien, la invención debería estar limitada solamente por aquellas limitaciones expresadas dentro de las reivindicaciones adjuntas a la misma.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de estimación de la posición de un terminal inalámbrico, que comprende:
 - 5 recibir identidades de una pluralidad de transmisores (105), a ser usadas para estimar la posición del terminal (106);
 - determinar (812) una pluralidad de áreas esperadas (A - E) para la pluralidad de transmisores;
 - 10 ajustar (818) el área esperada asociada a cada transmisor en base a al menos un factor de escala para determinar una pluralidad de áreas esperadas ajustadas, cada una asociada a un transmisor respectivo; y
 - combinar (820) la pluralidad de áreas esperadas ajustadas para la pluralidad de transmisores, para estimar la posición para el terminal;
 - 15 en el que el ajuste del área esperada asociada a cada transmisor incluye además ajustar a escala un tamaño del área esperada en base a la potencia recibida, y desplazar un centro del área esperada en base a una intensidad de señal recibida.
- 20 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la estimación de la posición aproximada comprende además una incertidumbre en la posición estimada.
3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que la incertidumbre es proporcionada por una zona dentro de la cual es probable que se encuentre el terminal.
- 25 4. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:
 - combinar la estimación de la posición aproximada con una segunda estimación de posición para estimar una posición final para el terminal.
- 30 5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el área esperada asociada a cada transmisor comprende una posición estimada del terminal y un área dentro de la cual es probable que se encuentre el terminal, dado solamente que la señal desde el transmisor sea recibida por el terminal.
- 35 6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el ajuste del área esperada asociada a cada transmisor incluye desplazar un centro del área esperada en base a un primer factor de escala asignado.
7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que el ajuste del área esperada asociada a cada transmisor incluye además ajustar a escala un tamaño del área esperada en base al primer factor de escala asignado.
- 40 8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el ajuste del área esperada asociada a cada transmisor incluye desplazar un centro del área esperada en base a una potencia predicha y a una potencia recibida para el transmisor.
- 45 9. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que la potencia predicha se determina en base a un modelo de predicción de pérdida de trayecto.
10. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que al menos un factor de escala para cada transmisor se determina en base a la intensidad de señal recibida para el transmisor, según lo medido en el terminal.
- 50 11. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que al menos un factor de escala para cada transmisor se determina basándose en la potencia recibida para el transmisor, según lo medido en el terminal.
12. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que al menos un factor de escala para cada transmisor se determina basándose en la potencia de transmisión del transmisor.
- 55 13. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que al menos un factor de escala para cada transmisor se determina basándose en una medición del retardo de ida y vuelta (RTD) hecha por el transmisor.
- 60 14. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de áreas esperadas ajustadas se combinan para determinar un área esperada combinada que se proporciona como la estimación de la posición del terminal.
- 65 15. El procedimiento de la reivindicación 14, en el que la combinación de la pluralidad de áreas esperadas ajustadas incluye combinar los centros de la pluralidad de áreas esperadas para determinar un centro del área esperada combinada.

16. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el área esperada asociada a cada transmisor se determina basándose en un alcance máximo de la antena asociada al transmisor.
- 5 17. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el área esperada asociada a cada transmisor se determina basándose en la ubicación de la antena y la orientación para el transmisor.
18. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el área esperada asociada a cada transmisor comprende una ubicación a utilizar como una posición estimada de un terminal y un área dentro de la cual es probable que se encuentre el terminal.
- 10
19. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:
- 15 determinar el al menos un factor de escala asignado para cada uno entre la pluralidad de transmisores; y determinar una pluralidad de coeficientes de ponderación para la pluralidad de transmisores; en el que la combinación de la pluralidad de áreas esperadas ajustadas se basa en la pluralidad de ponderaciones.
20. El procedimiento de la reivindicación 19, en el que el factor de escala para cada transmisor se determina basándose en la intensidad de señal recibida o la potencia recibida para el transmisor, según lo medido en el terminal.
- 20
21. El procedimiento de la reivindicación 19, en el que la ponderación de cada área esperada se determina basándose en una incertidumbre asociada al área esperada.
- 25 22. El procedimiento de la reivindicación 19, en el que la combinación de la pluralidad de áreas esperadas ajustadas incluye la ponderación de centros de la pluralidad de áreas esperadas ajustadas, sobre la base de la pluralidad de ponderaciones para la pluralidad de transmisores, la combinación de los centros ponderados de las áreas esperadas ajustadas para determinar el centro del área esperada combinada, el ajuste a escala de la pluralidad de áreas esperadas ajustadas, sobre la base de las ponderaciones asociadas, y la combinación de las áreas esperadas ajustadas a escala, para determinar el área esperada combinada.
- 30
23. El procedimiento de la reivindicación 19, en el que la red de comunicación inalámbrica es una red de CDMA.
24. Un procedimiento de estimación de la posición de un terminal inalámbrico, que comprende:
- 35 recibir identidades de una pluralidad de transmisores (105), a utilizar para estimar la posición del terminal (106); determinar (812) una pluralidad de áreas esperadas (A - E) para la pluralidad de transmisores; combinar (820) la pluralidad de las áreas esperadas para la pluralidad de transmisores, para estimar la posición para el terminal; en el que la pluralidad de áreas esperadas se combinan para determinar una
- 40 área esperada combinada (414) que se proporciona como la estimación de la posición del terminal; en el que la combinación de la pluralidad de áreas esperadas incluye la combinación de los centros de la pluralidad de áreas esperadas, en base a una potencia predicha y a una potencia recibida para cada transmisor, para determinar un centro (412) para el área esperada combinada.
- 45 25. El procedimiento de la reivindicación 24, en el que el centro para el área esperada combinada se determina de tal manera que una raíz de diferencias cuadradas medias entre las potencias predichas y las potencias recibidas para la pluralidad de transmisores se reduzca al mínimo.
26. Un procedimiento de estimación de la posición de un terminal inalámbrico, que comprende:
- 50 recibir identidades de una pluralidad de transmisores (105), a utilizar para estimar la posición del terminal (106); determinar (812) una pluralidad de áreas esperadas (A - E) para la pluralidad de transmisores; combinar (820) la pluralidad de las áreas esperadas para la pluralidad de transmisores, para estimar la posición para el terminal; en el que la pluralidad de áreas esperadas se combinan para determinar una
- 55 área esperada combinada (414) que se proporciona como la estimación de la posición del terminal; en el que la combinación de la pluralidad de áreas esperadas incluye determinar un fallo unitario para el área esperada combinada, y ajustar a escala el área esperada combinada en base al fallo unitario, en el que el fallo unitario es indicativo de cuán bien se superponen las áreas esperadas individuales con el área esperada combinada.
- 60
27. El procedimiento de la reivindicación 26, en el que el fallo unitario se determina basándose en una media normalizada de sigma-de-separación entre el área esperada combinada y cada una entre la pluralidad de zonas esperadas.
- 65 28. Un procedimiento de estimación de la posición de un terminal inalámbrico, que comprende:

- 5 recibir identidades de una pluralidad de transmisores (105), a utilizar para estimar la posición del terminal (106); determinar (812) una pluralidad de áreas esperadas (A - E) para la pluralidad de transmisores; combinar (820) la pluralidad de las áreas esperadas para la pluralidad de transmisores, para estimar la posición para el terminal; en el que la combinación de la pluralidad de áreas esperadas incluye la determinación de una pluralidad de ponderaciones para la pluralidad de áreas esperadas, el ajuste a escala de la pluralidad de áreas esperadas en base a las ponderaciones asociadas, la combinación de las áreas esperadas ajustadas a escala, para determinar un área esperada combinada (414), el ajuste a escala de los centros de la pluralidad de áreas esperadas, en base a las ponderaciones asociadas, la combinación de los centros ajustados a escala de la pluralidad de áreas esperadas, para determinar un centro (412) para el área esperada combinada, y en el que el área esperada combinada y el centro del área esperada combinada se proporcionan como la estimación de la posición del terminal.
- 10
29. Un medio legible por ordenador, comunicativamente acoplado a un dispositivo de procesamiento de señales digitales (DSPD), capaz de interpretar información digital, almacenada en el medio legible por ordenador, para:
- 15
- recibir identidades de una pluralidad de transmisores (105), a utilizar para estimar la posición del terminal (106); determinar (812) una pluralidad de áreas esperadas para la pluralidad de transmisores; ajustar (818) el área esperada asociada a cada transmisor en base a al menos un factor de escala, para determinar una pluralidad de áreas esperadas ajustadas, cada una asociada a un transmisor respectivo; y combinar (820) la pluralidad de áreas esperadas ajustadas para la pluralidad de transmisores, para estimar la posición del terminal;
- 20
- en el que el ajuste del área esperada asociada a cada transmisor incluye además ajustar a escala un tamaño del área esperada en base a la potencia recibida, y desplazar un centro del área esperada en base a una intensidad de señal recibida.
- 25
30. Un aparato para la estimación de la posición de un terminal inalámbrico en una red de comunicación inalámbrica, que comprende:
- 30
- medios para recibir identidades de una pluralidad de transmisores (105), a utilizar para estimar la posición del terminal (106); medios para determinar una pluralidad de áreas esperadas para la pluralidad de transmisores; medios para combinar la pluralidad de las zonas esperadas para la pluralidad de transmisores, para estimar la posición del terminal; medios para ponderar centros de la pluralidad de áreas esperadas, en base a las ponderaciones asociadas; medios para combinar los centros ponderados de las áreas esperadas para determinar el centro del área esperada combinada; medios para ajustar a escala la pluralidad de las áreas esperadas en base a las ponderaciones asociadas; y medios para combinar las áreas esperadas ajustadas a escala, para determinar el área esperada combinada; que comprende además medios para ajustar a escala un tamaño del área esperada sobre la base de la potencia recibida, y medios para desplazar un centro del área esperada en base a una intensidad de señal recibida.
- 35
- 40
31. Un terminal que comprende el aparato de la reivindicación 30.
- 45
32. Una entidad de determinación de posición (PDE) que comprende el aparato de la reivindicación 30.

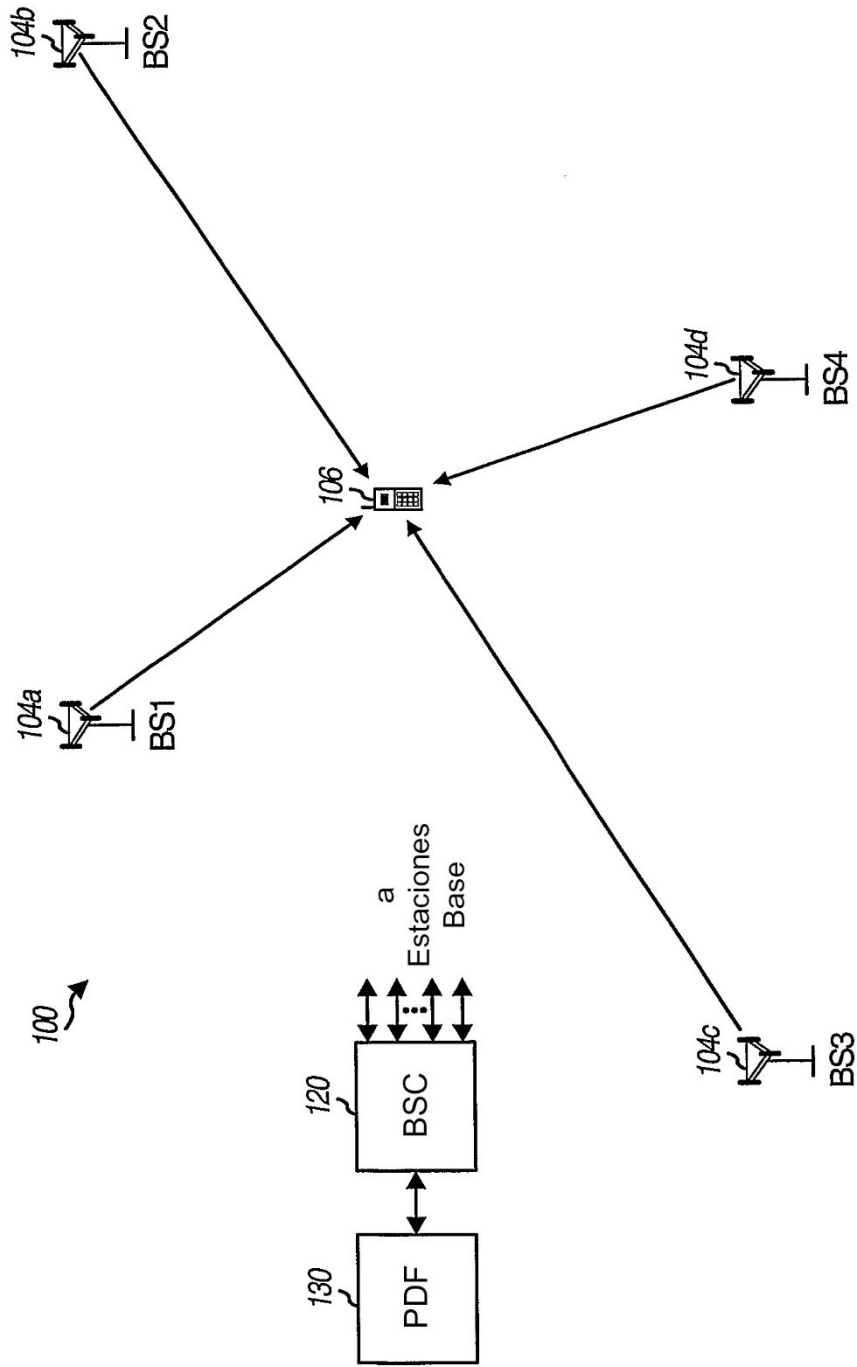


FIG. 1

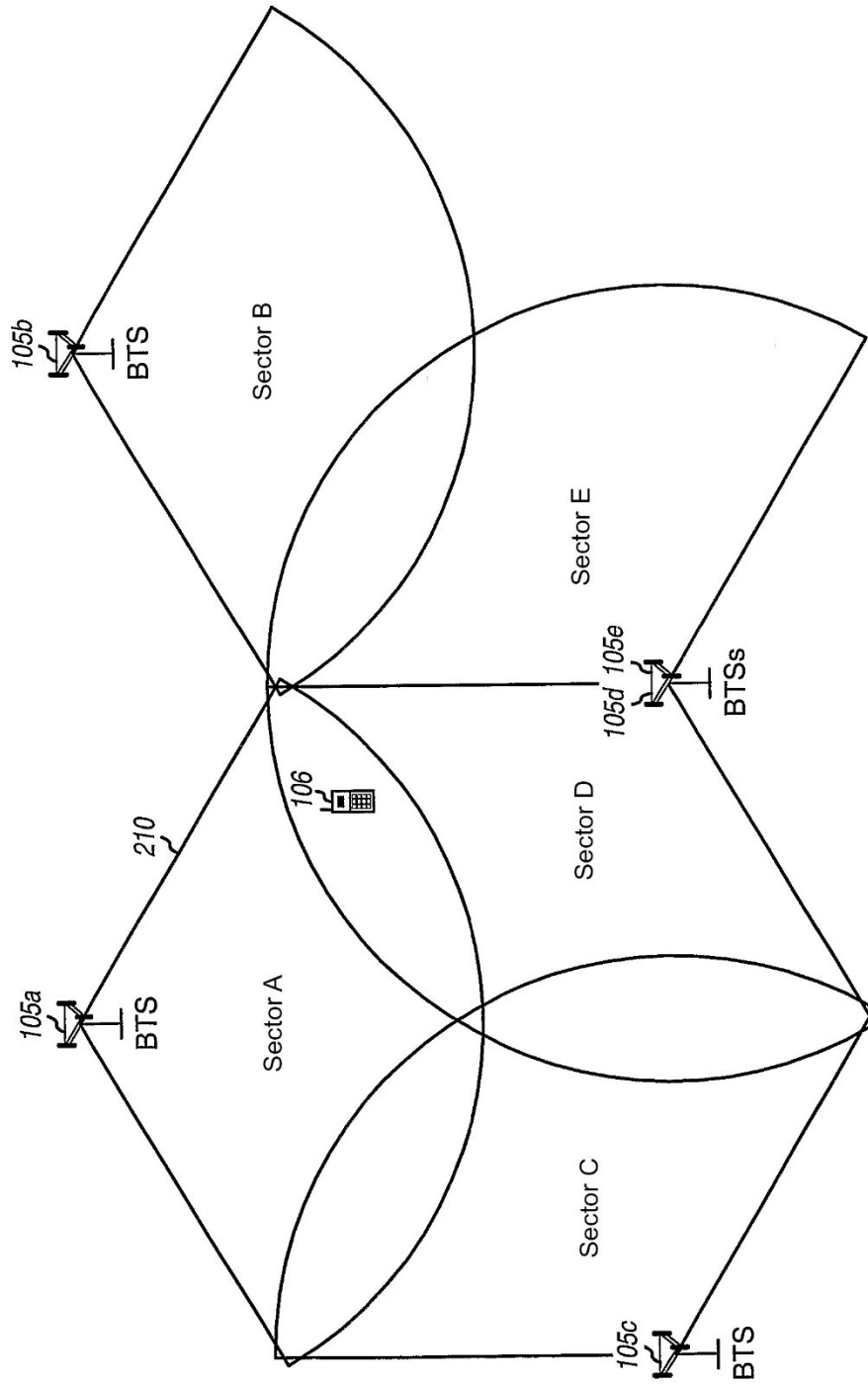


FIG. 2

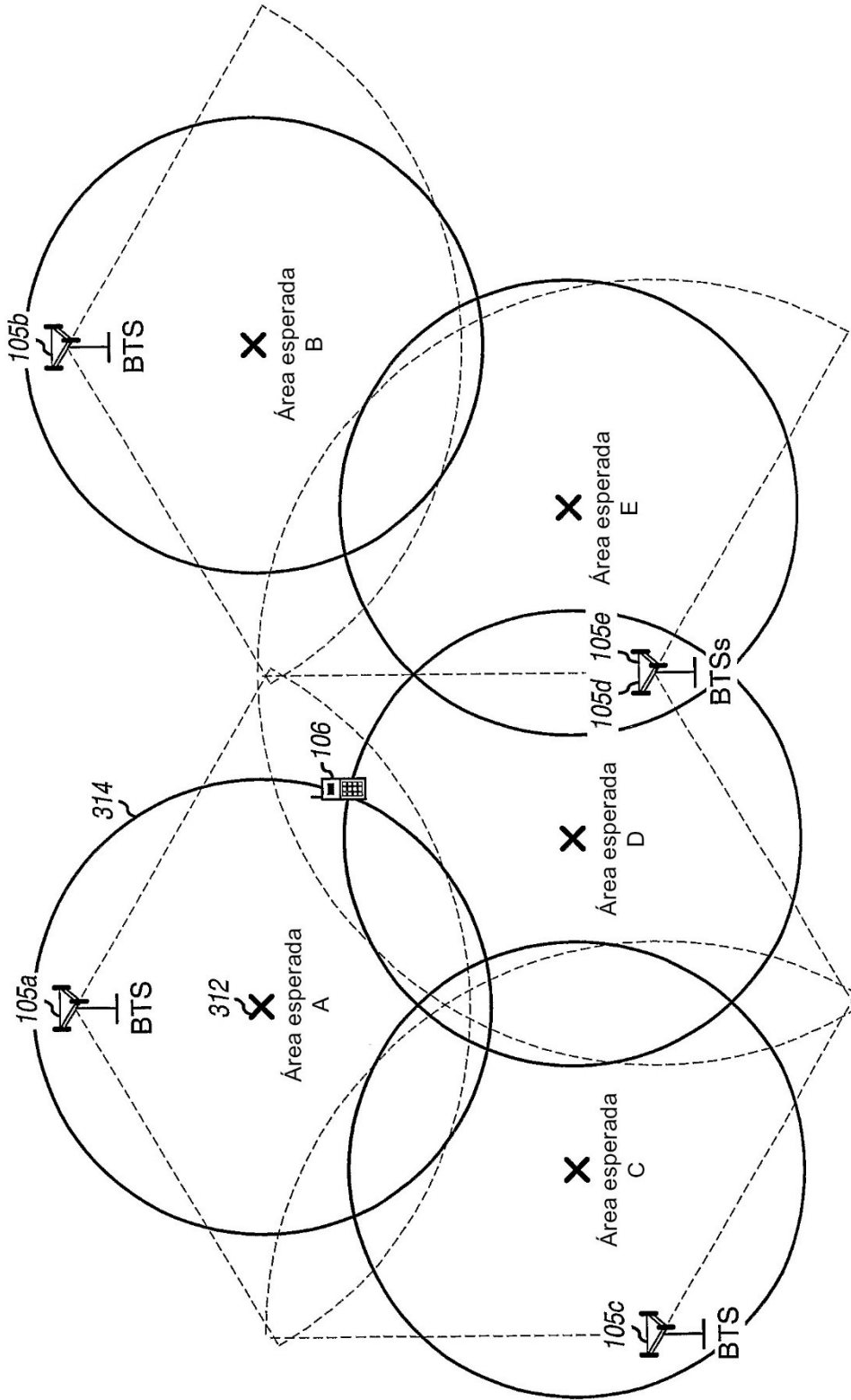


FIG. 3

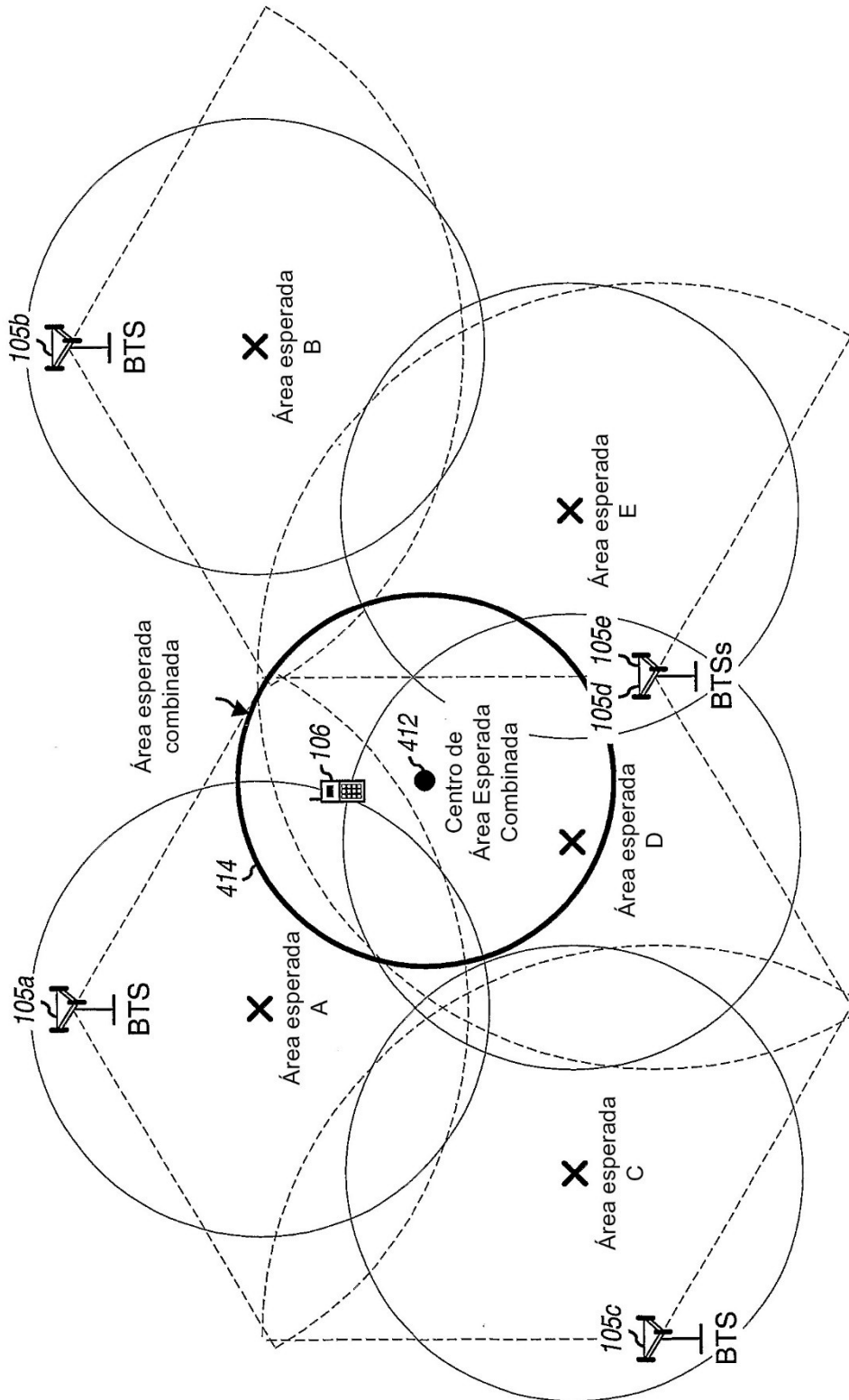


FIG. 4

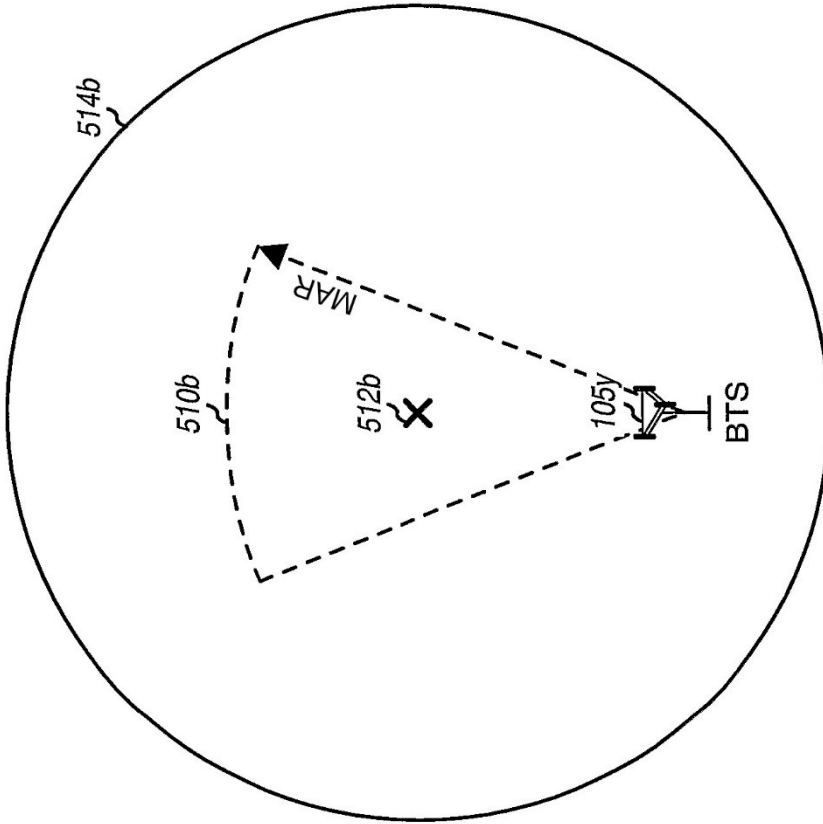


FIG. 5B

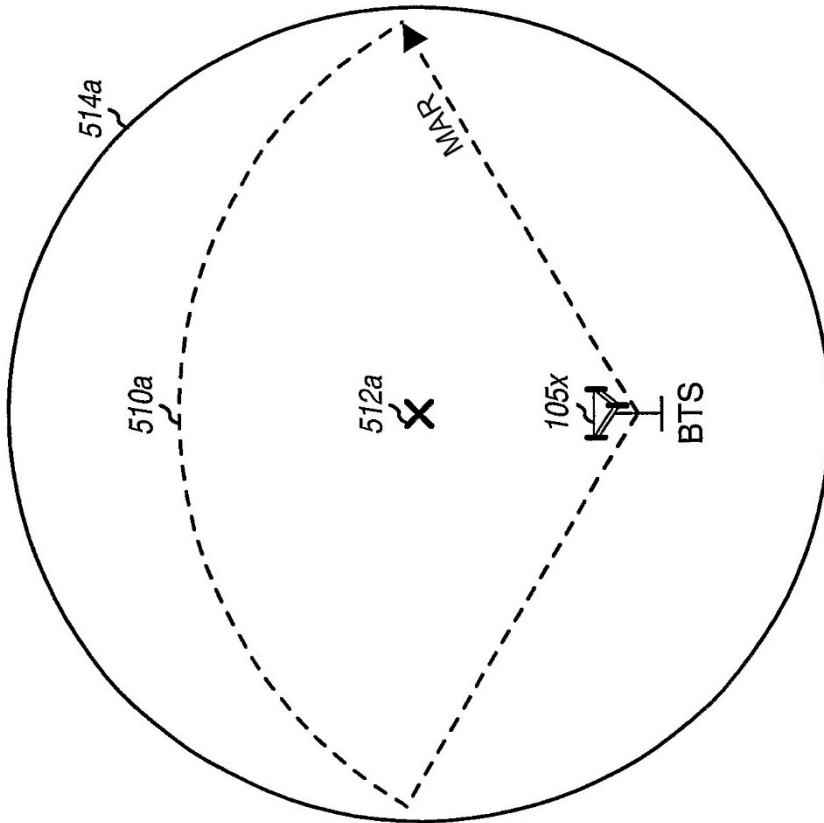


FIG. 5A

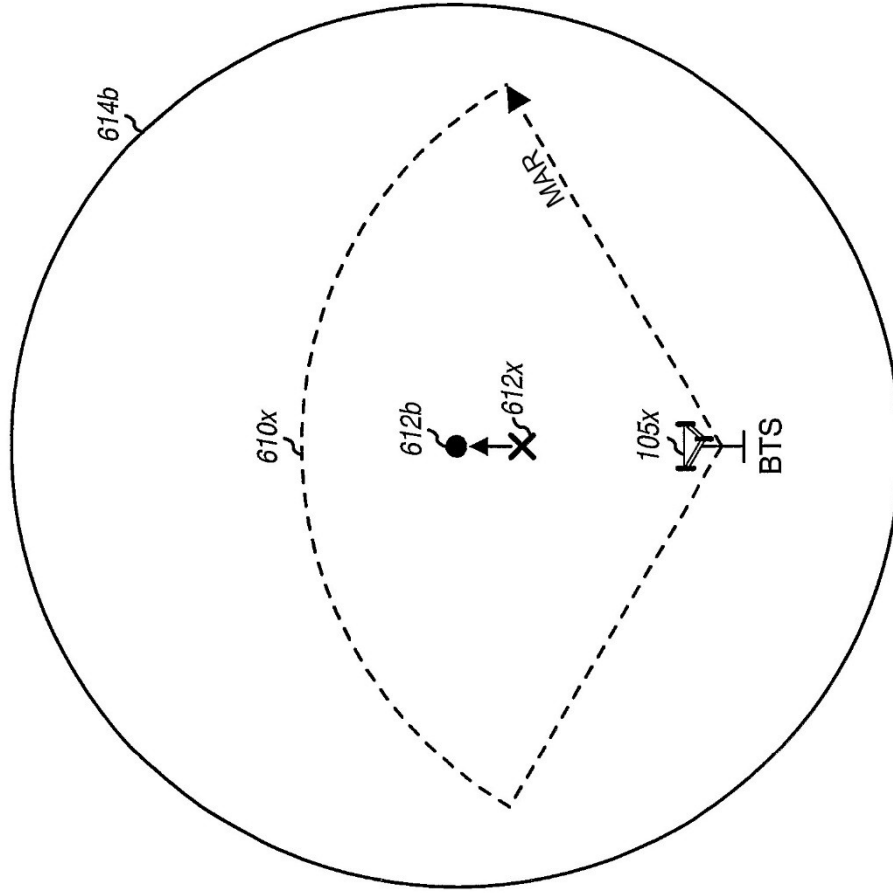


FIG. 6B

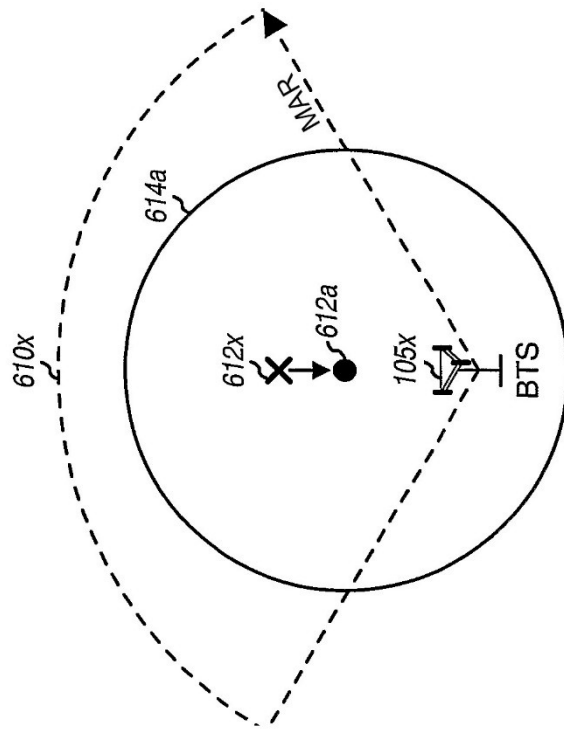


FIG. 6A

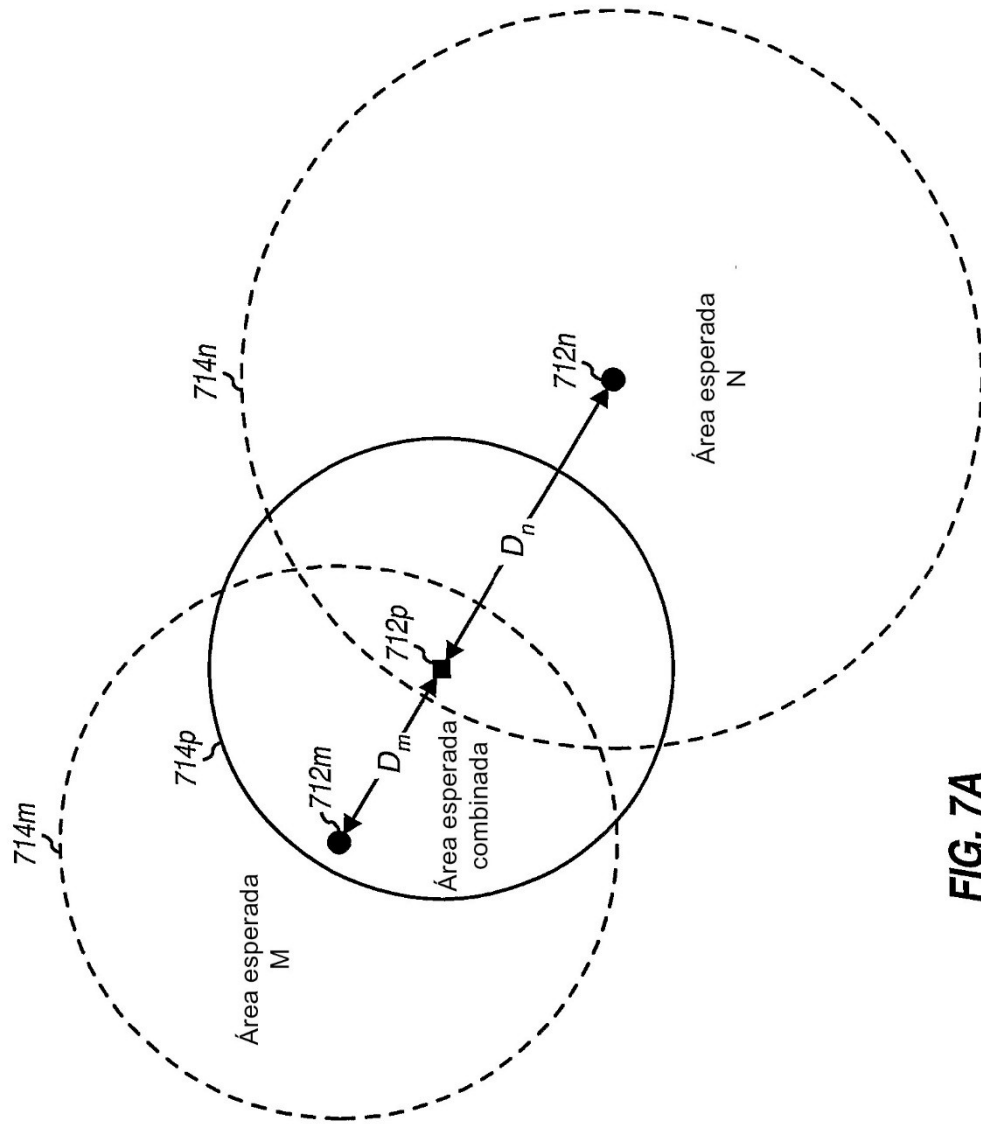


FIG. 7A

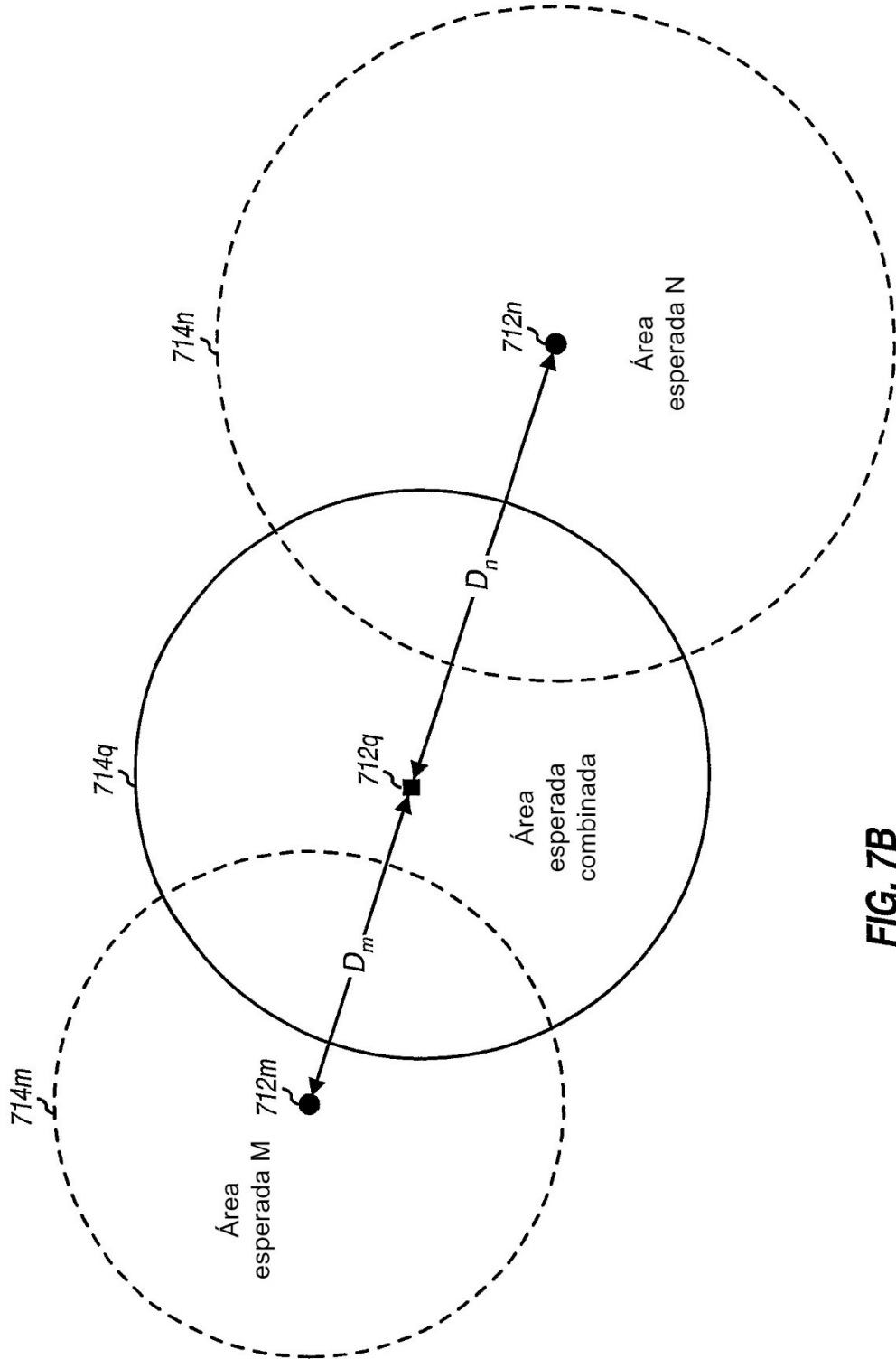


FIG. 7B

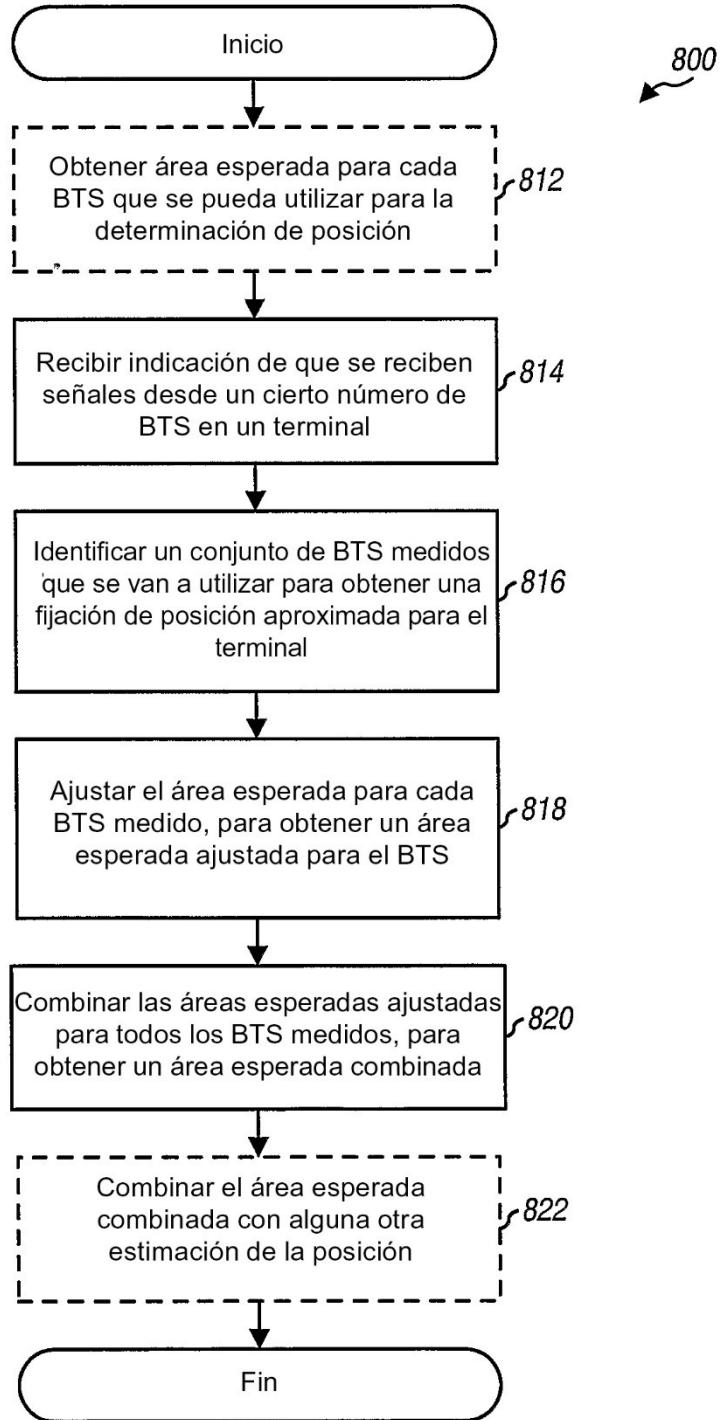


FIG. 8

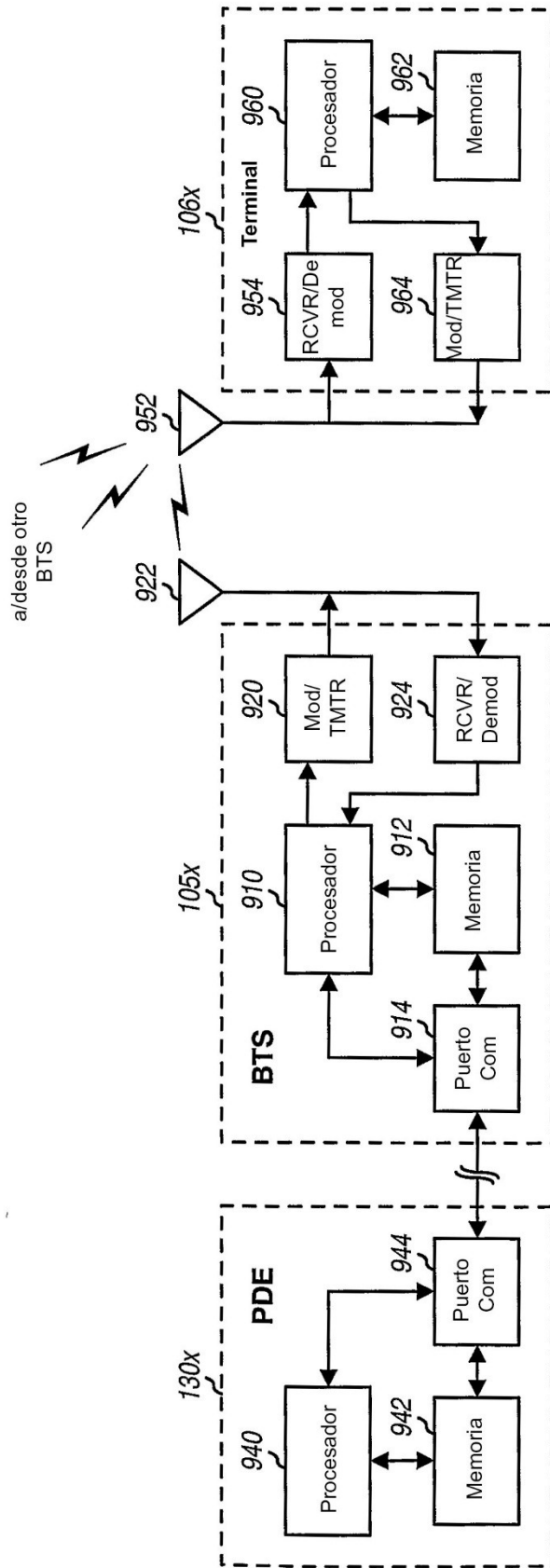


FIG. 9