

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 136**

51 Int. Cl.:

**H04W 64/00** (2009.01)

**H04W 36/14** (2009.01)

**H04W 36/32** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.07.2005 E 05758030 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.01.2016 EP 1767038**

54 Título: **Sistema y método para localizar geográficamente un dispositivo celular**

30 Prioridad:

**09.07.2004 US 888631**

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

**20.04.2016**

73 Titular/es:

**INRIX UK LIMITED (100.0%)  
5th Floor Station House, Stamford New Road  
Altrincham, Cheshire WA14 1EP, GB**

72 Inventor/es:

**FELDMAN, ISRAEL;  
MELTZER, YOCHAY;  
LAVEE, URI y  
ESHPAR, ALLON**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 567 136 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**

Sistema y método para localizar geográficamente un dispositivo celular

**Campo técnico**

5 Esta invención se refiere a sistemas y métodos para localizar geográficamente dispositivos celulares; y en particular al uso de tales sistemas y métodos para localizar vehículos en un sistema de información de tráfico. La invención tiene aplicación con todo tipo de dispositivos que comunican con redes inalámbricas, por ejemplo, pero no exclusivamente, redes basadas en GSM, GPRS, EDGE, CDMA y CDMA de banda ancha.

**Antecedentes**

10 Determinar la localización geográfica de un dispositivo celular, tal como un teléfono móvil, es útil en una variedad de aplicaciones, incluyendo aplicaciones en el campo de servicios basados en localización. En sistemas de información de tráfico, por ejemplo, las localizaciones de vehículos se pueden determinar en base a las localizaciones de dispositivos celulares de conductores, a fin de formar una imagen de las condiciones del tráfico. La localización de un dispositivo celular o dispositivo inalámbrico similar se puede determinar en base a datos adquiridos desde la red celular en sí misma. En particular, la localización de un dispositivo se puede especificar en términos de la celda de red en la que está situado el dispositivo celular, que se define por un identificador de celda, posiblemente además de otros datos tales como un avance de tiempo.

15 Ciertas técnicas alternativas implican muestrear datos a un nivel relativamente bajo en la red (más cerca de las estaciones base), tal como la interfaz A bis en redes GSM, por ejemplo usando informes de medición de potencia de intensidad de señal desde dispositivos móviles. Las técnicas basadas en interfaces a bajos niveles en la red son difíciles y caras de implementar. Ciertas técnicas alternativas aplicadas en monitorización de tráfico dependen de registrar patrones de traspaso por rutas de conducción repetitivamente y almacenar los patrones en una base de datos para uso en determinaciones de rutas posteriores en base a coincidencia de patrones.

20 Ninguna de estas técnicas alternativas ofrece un coste eficiente y una técnica precisa para determinar la localización geográfica de dispositivos celulares. La presente invención busca proporcionar técnicas mejoradas para determinar la localización geográfica de dispositivos celulares.

25 El documento US 5.432.8426 muestra una topología de dos estaciones base cada una con un límite de celda y con un área de traspaso donde se solapan las celdas. El documento WO 95/02307 muestra una topología de dos estaciones base cúbicadas con un área de traspaso.

**Compendio**

30 Según un aspecto de la presente invención se proporciona un método para localizar geográficamente un dispositivo celular, el método que comprende:

35 determinar un área de celda eficaz para cada uno de un primer sector de celda y un segundo sector de celda en una red celular, en donde la determinación de un área de celda eficaz para cada sector de celda comprende determinar un radio eficaz del sector de celda para determinar un área de sector y extender el área de sector extendiendo un borde del sector en base a una relación de posiciones y orientaciones relativas de una primera antena del primer sector de celda y una segunda antena del segundo sector de celda; y determinar un área de traspaso dentro de la cual el dispositivo celular va a estar situado probablemente cuando el control del dispositivo celular se transfiere desde el primer sector de celda al segundo sector de celda, el área de traspaso que comprende al menos parte de una intersección entre el área de celda eficaz del primer sector de celda y el área de celda eficaz del segundo sector de celda.

40 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para localizar geográficamente un dispositivo celular en una red celular que comprende una primera antena para una primera celda y una segunda antena para una segunda celda, el método que comprende:

45 determinar un radio eficaz  $R_i$  para cada una de un conjunto de  $i$  relaciones topológicas diferentes entre la primera celda y la segunda celda;

determinar un ángulo  $V$  para el cual, cuando la primera antena está contenida dentro de la segunda celda y cuando un ángulo  $\exists$  formado por una línea entre la primera antena y la segunda antena y una línea de límite de sector de la segunda celda es menor que un ángulo  $V$ , la segunda celda se extenderá más allá de la línea de límite del sector;

50 determinar una primera anchura de extensión  $E_1$  de una primera extensión rectangular añadida a una línea de límite de sector de la segunda celda cuando el ángulo  $\exists$  es menor que el ángulo  $\nabla$  ;

determinar una segunda anchura de extensión  $E_2$  de una segunda extensión rectangular añadida a una línea de límite de sector de la segunda celda cuando la primera antena está fuera de la segunda celda y cuando un ángulo

interior formado entre una línea de límite de sector de la segunda celda y una línea entre la primera antena y la segunda antena, es mayor que 180 grados;

5 determinar una primera anchura de penumbra  $W_1$  de una primera banda rectangular entre una línea de igual intensidad de recepción de señal desde la primera antena y la segunda antena y un límite de la primera banda proximal a una celda a la que está moviéndose el dispositivo celular;

determinar una segunda anchura de penumbra  $W_2$  de una segunda banda rectangular entre la línea de igual intensidad y un límite de la segunda banda proximal a una celda fuera de la cual está moviéndose el dispositivo celular; y

10 determinar un área de traspaso dentro de la cual el teléfono celular va a ser localizado probablemente cuando el control del dispositivo celular se transfiere desde la primera celda a la segunda celda, la determinación del área de traspaso que se basa en al menos un subconjunto de los radios eficaces  $R_i$ , el ángulo  $\nabla$ , la primera anchura de extensión  $E_1$ , la segunda anchura de extensión  $E_2$ , la primera anchura de penumbra  $W_1$  y la segunda anchura de penumbra  $W_2$ .

15 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para localizar geográficamente un dispositivo celular, el aparato que comprende:

20 un módulo de área de celda eficaz para determinar un área de celda eficaz para cada uno de un primer sector de celda y un segundo sector de celda en una red celular, en donde la determinación de un área de celda eficaz para cada sector de celda comprende determinar un radio eficaz del sector de celda para determinar un área de sector y extender el área de sector extendiendo un borde del sector en base a una relación de posiciones y orientaciones relativas de una primera antena del primer sector de celda y una segunda antena del segundo sector de celda; y un módulo de área de traspaso para determinar un área de traspaso dentro de la cual el dispositivo celular va a estar situado probablemente cuando el control del dispositivo celular se transfiere desde el primer sector de celda al segundo sector de celda, el área de traspaso que comprende al menos parte de una intersección entre el área de celda eficaz del primer sector de celda y el área de celda eficaz del segundo sector de celda.

25 Ventajas adicionales y rasgos novedosos de la invención se expondrán en parte en la descripción que sigue y en parte llegarán a ser evidentes para los expertos en la técnica tras el examen de lo siguiente y los dibujos anexos; o se puede aprender por la práctica de la invención.

### Breve descripción de los dibujos

30 Para una mejor comprensión de la presente invención y para mostrar cómo se puede llevar a efecto la misma, se hará ahora referencia, a modo de ejemplo solamente, a los dibujos anexos, en los cuales:

la Fig. 1 muestra una primera y segunda celdas de una red celular que tiene antenas situadas en el mismo punto, según una realización de la invención;

la Fig. 2 muestra una primera y segunda celdas de una red celular, las celdas que tienen antenas situadas en diferentes puntos y orientadas una frente a otra, según una realización de la invención;

35 la Fig. 3 muestra una primera y segunda celdas de una red celular, las celdas que tienen antenas situadas en diferentes puntos y que tienen sectores que no se solapan, según una realización de la invención;

la Fig. 4 muestra una primera y segunda celdas de una red celular, las celdas que tienen antenas situadas en diferentes puntos, las cuales se enfrentan en un ángulo agudo entre sí y cuyos sectores se solapan, según una realización de la invención;

40 la Fig. 5 muestra un área de celda eficaz con extensiones de un sector cuando una antena está contenida en el sector de otra celda, cerca de una de sus líneas limitantes, según una realización de la invención;

la Fig. 6A muestra un área de celda eficaz con extensiones de un sector cuando una segunda antena está fuera de los límites del sector de una primera antena y cuando se satisface un criterio de ángulo interior para dos bordes del sector, según una realización de la invención;

45 la Fig. 6B muestra un área de celda eficaz con extensiones de un sector cuando una segunda antena está fuera de los límites del sector de una primera antena y cuando se satisface un criterio de ángulo interior para un borde del sector, según una realización de la invención;

la Fig. 7 ilustra la determinación de un área de penumbra alrededor de la línea de igual intensidad entre dos antenas, en el caso en el que dos celdas tienen antenas situadas en el mismo punto, según una realización de la invención;

50 la Fig. 8 ilustra la determinación de un área de penumbra alrededor de la línea de igual intensidad entre dos antenas, en el caso en el que dos celdas tienen antenas situadas en diferentes puntos y orientadas una frente a otra, según una realización de la invención;

la Fig. 9 ilustra la determinación de un área de traspaso para el caso en el que dos celdas tienen antenas situadas en diferentes puntos y se orientan una frente a otra, según una realización de la invención;

la Fig. 10 ilustra la determinación de un área de traspaso para el caso en el que una línea de igual intensidad no está bien definida, según una realización de la invención;

5 la Fig. 11 muestra un sector de corona, que se usa para modelar la localización estimada de un dispositivo celular cuando una red celular usa datos de avance de tiempo, según una realización de la invención;

la Fig. 12 es un diagrama de bloques de un sistema de información de tráfico, como parte del cual se puede usar una realización según la invención; y

10 la Fig. 13 es un diagrama de bloques de un aparato para localizar dispositivos celulares, según una realización de la invención.

### Descripción detallada

15 Las redes celulares operan usando una red de antenas, cada una de las cuales comunica mensajes a y desde dispositivos celulares situados en un área dada, llamada celda. Las áreas de celda de diferentes antenas se solapan, de manera que el dominio de operación de la red celular se cubre completamente. En cualquier momento dado, un dispositivo celular está bajo el control de una única celda de la red. La celda de control es normalmente aquélla cuya intensidad de recepción es la más fuerte en la localización del dispositivo celular. Cuando un dispositivo celular está en movimiento, atraviesa de celda a celda y su control se “traspasa” de una celda a otra.

20 La operación y gestión de la red celular requiere, monitorizar muchos eventos que ocurren con respecto a dispositivos celulares. Tales eventos se relacionan por ejemplo con las llamadas que está haciendo, como inicio de llamada y terminación de llamada y su movilidad, como actualización de localización y traspasos. Usamos en la siguiente descripción cierta terminología de tecnología GSM, pero donde quiera que se use intentamos referirnos también a términos paralelos en otras tecnologías de red.

25 El uso de todos o algunos de esos eventos, especialmente aquellos eventos que se registran en la “Interfaz A” (o la “paralela” en ciertas tecnologías de red) proporciona un método rentable para localizar un dispositivo celular. A continuación describimos un modo para hacer extraer la localización de entre los eventos de traspaso, pero esto se puede hacer para otros eventos que se registran y se puede conectar a un control concurrente de más de una celda.

30 Mientras que las realizaciones preferidas descritas en la presente memoria se describen con respecto a un tipo de traspasos fuertes que aplican por ejemplo en redes basadas en GSM, los principios y beneficios de la invención también aplican a traspasos suaves y combinaciones de traspasos fuertes y suaves. En este contexto, la forma más básica de traspaso es la que se usa en la mayoría de sistemas 1G y 2G y se puede considerar como donde un dispositivo con una llamada en curso se redirige desde un transmisor y receptor de celda y un par de frecuencias a otro transmisor o receptor de celda que usa un par de frecuencias diferentes sin interrumpir la llamada. Si el terminal solamente se puede conectar a una estación base y por lo tanto necesita interrumpir la conexión cuando se conecta a la otra esto se considera como un traspaso fuerte.

35 Un experto apreciará que en CDMA, incluyendo sistemas basados en WCDMA, el usuario se puede conectar a varias estaciones base simultáneamente, combinando los datos de todos los transmisores dentro del alcance en una señal usando un receptor RAKE. El conjunto de estaciones base al que está conectado el terminal contemporáneamente se conoce como el “conjunto activo”. Un “traspaso suave” ocurre cuando hay varias estaciones base en el conjunto activo y el terminal interrumpe una de estas para añadir una nueva o añade una nueva sin interrumpir una estación base existente del conjunto activo. En W-CDMA hay un caso especial llamado “traspaso más suave” donde varias conexiones en el conjunto activo apuntan a la misma estación base. Un traspaso más suave ocurre cuando una de estas conexiones se interrumpe por otra de la misma estación base. También hay traspasos entre sistemas donde se transfiere una conexión desde una tecnología de acceso a otra, por ejemplo una llamada que se transfiere desde GSM a W-CDMA. Los principios y ventajas de la presente invención aplican con respecto a todos los tipos de traspaso antes mencionados y los términos de la reivindicación se deberían interpretar en consecuencia, aunque la implementación precisa y/o beneficio real en cada caso puede variar de una forma menor lo cual se apreciará por los expertos.

40 Por consiguiente, en cualquier momento dado, un dispositivo celular está bajo control de una (en redes GSM) o más celdas de la red. La celda o celdas de control son aquéllas cuya recepción se considera adecuada para el propósito y el evento de dar control a (o añadir) una nueva celda se conoce en la presente memoria como “traspaso”. El evento de traspaso apunta por lo tanto a una situación momentánea (el momento exacto del cual que se incluye en el registro de evento) donde el teléfono celular está bajo control de dos o más celdas, que está en una intensidad de recepción aproximadamente igual de las citadas celdas. Esto significa, que dibujando el área donde todas las citadas celdas tienen una recepción aproximadamente igual, se puede estimar con alta probabilidad que el teléfono celular está situado dentro de esta área.

Por claridad, la siguiente realización ejemplar se refiere a un caso de transferencia de control entre dos celdas, que son pertinentes a redes GSM, pero puede estar implicado el mismo método para casos donde se implican más de dos celdas, por ejemplo, se puede aplicar a un conjunto activo de celdas en una red basada en CDMA, aplicando a todas esas celdas los principios y pasos del método descritos más adelante.

5 A menudo, un evento de traspaso en redes GSM y similares que implica una celda A y una celda B ocurre cuando un dispositivo celular se mueve desde un área donde la intensidad de la señal desde la antena de la celda A es mayor que la de la antena de la celda B, a un área donde la intensidad de la señal desde la antena de la celda B es mayor que la de la antena de la celda A. De esta manera, el evento de traspaso ocurre teóricamente cuando el dispositivo celular cruza una línea de señales de igual intensidad de ambas celdas. No obstante, en realidad, el traspaso no ocurre exactamente en la línea de igual intensidad, sino más bien dentro de una cierta área de penumbra alrededor de la línea de igual intensidad. La forma y dimensión del área de penumbra depende de varios parámetros, incluyendo la colocación relativa de las celdas implicadas, que se determina por la localización y orientación de las antenas.

10 En el ejemplo según la invención, se describe una técnica para localizar geográficamente un dispositivo celular con alta confianza en el momento que ocurre el traspaso, determinando el "área de traspaso", que es el área en la que podría ocurrir con alta probabilidad el traspaso desde la celda A a la celda B. Debido a que las áreas de traspaso se encuentra que son menores que las áreas de celda, en media, esta técnica ofrece mejor precisión que técnicas que usan solamente el área de celda para localizar un dispositivo. Adicionalmente, se registran eventos de traspaso por el sistema de gestión de la red celular y por lo tanto están disponibles sin coste adicional, de manera que la técnica es relativamente barata.

15 Se puede construir un polígono para representar el área de traspaso. A fin de hacerlo así, se hacen cuatro suposiciones de simplificación.

20 En primer lugar, se hace la suposición de simplificación de que el área de control de una antena (un área de celda) es un sector, generalmente de 120 grados, cuyo centro es la antena; ver, por ejemplo, el sector 101, centrado alrededor de la antena 100 de la realización de la Fig. 1.

25 En segundo lugar, la suposición de simplificación hecha es que la intensidad de recepción de señales desde la antena crece en relación inversa a la distancia de la antena, mientras que el dispositivo celular se sitúa dentro del sector. Se ignoran otros factores que influyen en la intensidad de recepción de señales de la antena, tales como el azimut exacto de la antena, el efecto de las reflexiones y el efecto del multitrayecto; debido a que la influencia de tales factores es limitada y los factores a menudo se compensan estadísticamente entre sí.

30 La tercera suposición de simplificación hecha es que la intensidad de recepción de la antena fuera del sector es significativamente menor que la intensidad de recepción dentro del sector.

35 La cuarta suposición de simplificación hecha es que el traspaso desde una celda a otra ocurre dentro de una distancia razonable desde un punto donde el dispositivo celular recibe una señal desde ambas antenas a igual intensidad.

40 En base a estas suposiciones, un ejemplo según la invención modela inicialmente un área de recepción de celda como un sector con un radio finito. Más allá de ese radio, ocurre la recepción, pero es significativamente más débil que la recepción dentro del radio. También, hay regiones de recepción débil más allá de las líneas limitantes de un sector; y en el área detrás de la antena, en la dirección opuesta del sector. En algunos casos, se puede traspasar el control sobre un dispositivo celular dentro de estas áreas de recepción débil. Una realización según la invención por lo tanto extiende el área de recepción de celda, modelada inicialmente como un sector, a estas áreas de recepción débil, en ciertas circunstancias. Una vez que el efecto de tales circunstancias se han considerado y se extiende (o no) posiblemente el área de sector de celda, el modelo resultante de la recepción de celda aquí se denomina el área de celda eficaz. Como se verá además más adelante, se puede determinar si extender un área de sector de celda en base a las posiciones y orientaciones relativas de las dos antenas entre las cuales se mueve un dispositivo. Por ejemplo, las extensiones se pueden hacer cuando una antena de celda se sitúa dentro del otro sector de celda, pero muy cerca del límite del sector (como en la realización de la Fig. 5); o cuando una antena de celda se sitúa fuera del otro sector de celda en configuraciones específicas (como en la realización de la Fig. 6). En estos casos, el área de celda eficaz incluye extensiones más allá de los límites del sector. También, el radio del sector se puede extender o disminuir, en algunos casos, en base a la distancia entre las antenas de las dos celdas; el radio resultante aquí se denomina el radio eficaz de la celda.

45 Teniendo tales efectos en consideración, una realización según la invención construye un polígono que representa el área de traspaso de entre una combinación de dos áreas: 1) la parte solapada de las áreas de celdas eficaces de las dos celdas entre las cuales está moviéndose el dispositivo celular; y 2) el área de penumbra alrededor de la línea de igual intensidad entre las antenas de las dos celdas. Como se verá más adelante, la colocación relativa de las dos celdas juega un papel significativo en la determinación de estas dos áreas; y hay casos en los que el área de penumbra es imposible de definir y por lo tanto solamente se usa el área de celda eficaz.

Las Fig. 1 hasta 4 ilustran cuatro posiciones relativas de topología posible de dos celdas, según una realización de la invención. En la Fig. 1, una primera celda 101 y una segunda celda 102 tienen antenas situadas en el mismo punto 100. En la Fig. 2, una primera celda 201 producida por una primera antena 203 se orienta para enfrentarse a una segunda celda 202, producida por una segunda antena 204; las dos celdas tienen antenas situadas en diferentes puntos y se encaran entre sí. En la Fig. 3, una primera celda 301 y una segunda celda 302 tienen antenas 303 y 304 situadas en diferentes puntos y sus sectores no se solapan. La Fig. 4 muestra un ejemplo que no encaja en las categorías topológicas de las Fig. 1 hasta 3, representando por ello todos los otros casos topológicos; en este caso, las antenas 403 y 404 se sitúan en diferentes emplazamientos, se encaran a un ángulo agudo entre sí y los sectores 401 y 402 se solapan.

En una realización según la invención, un método para localizar geográficamente un dispositivo celular incluye tres pasos: primero, determinar el área de celda eficaz de cada celda; segundo, determinar el área de penumbra alrededor de la línea de igual intensidad; y tercero, combinar las áreas determinadas en el primer y segundo pasos para determinar el área de traspaso.

Un primer paso de una realización según la invención comprende determinar el área de celda eficaz de cada celda. A fin de hacerlo así, primero se determina un radio eficaz del sector de celda. La existencia de tal radio tiene como premisa la segunda suposición de simplificación anterior, es decir, que la intensidad de recepción de la antena dentro del sector crece en relación inversa a la distancia desde la antena. Determinar el radio eficaz depende del caso topológico implicado: en la topología de la realización de la Fig. 1, en la que las antenas se sitúan en el mismo emplazamiento 100, el radio eficaz es  $R_1$ , 103. En todos los otros casos topológicos, mostrados en las realizaciones de las Fig. 2 hasta 4, el radio eficaz es igual a  $R_i \cdot D$ , donde  $D$  es la distancia entre las antenas y  $R_i$  es un factor constante, diferente para cada caso topológico (es decir, para las Fig. 2 hasta 4, el índice  $i=2, 3$  y 4). Según una realización de la invención, se pueden usar otros métodos para determinar un radio eficaz; incluyendo otros métodos que se refieren a una distancia aumentada entre las antenas a un radio eficaz aumentado.

A continuación, después de determinar el radio eficaz del sector de celda, el área de celda eficaz se determina extendiendo el sector de celda más allá de los bordes del sector, en ciertos casos. Esto determina las líneas laterales del área de celda eficaz. La extensión del área de celda más allá de los bordes del sector se requiere por ejemplo en dos casos: 1) cuando una antena está contenida en el sector de la otra celda, muy cerca de una de sus líneas limitantes, como se ilustrará con referencia a la realización de la Fig. 5; y 2) cuando una antena está fuera del sector de la otra celda y el ángulo interior entre la línea limitante y la línea que conecta ambas antenas es mayor que 180 grados, como se ilustrará con referencia a la realización de las Fig. 6A y 6B.

En el primer caso de extensión, mostrado en la realización de la Fig. 5, el ángulo  $\beta$ , 503 que se forma por la línea 505 entre las dos antenas 501 y 502 y una de las líneas limitantes 506 del primer sector, es menor que un ángulo predeterminado  $\alpha$ , 504. El ángulo predeterminado  $\alpha$  se predetermina como el ángulo dentro del cual una antena 502 está suficientemente cercana a la línea limitante 506 para garantizar una extensión del área de celda más allá de los bordes del sector. Cuando el ángulo  $\beta$  es menor que  $\alpha$ , el sector se extiende solamente a un lado, es decir, el lado 506 que está cerca de la segunda antena 502. Una extensión rectangular relativamente pequeña 508, que tiene una dimensión de anchura  $E_1$ , 507, se añade al lado 506 del sector.

En el segundo caso de extensión, descrito primero con referencia a la realización de la Fig. 6A, una segunda antena 602 está fuera de los límites del sector 603 de una primera antena 601. En tal caso, se determina si el ángulo interior, es decir, el ángulo que contiene el primer sector 603 en sí mismo y que se forma entre un borde 607 o 608 del sector 603 y la línea 609 entre las dos antenas 601 y 602, es mayor que 180 grados. Si es así, se hace una extensión al borde del sector 607 o 608 para el cual se satisface esa condición. Por ejemplo, consideremos el borde 607 del sector 603. El ángulo interior entre el borde 607 y la línea 609 es el ángulo 605; y ese ángulo 605 es mayor que 180 grados. Por consiguiente, el borde 607 se extiende en una extensión rectangular 610. De manera similar, considerando el borde 608 del sector 603, el ángulo interior entre el borde 608 y la línea 609 es el ángulo 606; y ese ángulo 606 es mayor que 180 grados. Por consiguiente, el borde 608 se extiende en una extensión rectangular 611. En el segundo caso de extensión de las Fig. 6A y 6B, las extensiones rectangulares, tales como las extensiones 610 y 611, tienen una anchura relativamente mayor  $E_2$ , 613 que la anchura  $E_1$ , 507 de la extensión rectangular de la Fig. 5. También, cuando hay dos extensiones rectangulares a un sector dado, como con las extensiones 610 y 611 en el sector 603, se hace una extensión triangular adicional 612 en la parte de atrás de la antena 601 conectando las dos esquinas lejanas 623 y 624 de las extensiones rectangulares; y las dos extensiones son de la misma anchura  $E_2$ . Se debería señalar que, mientras que se hacen extensiones grandes para el sector 603 debido a que la antena 602 está fuera de los límites del sector de la antena 601 (y se satisface el criterio de ángulo interior), la inversa no es necesariamente el caso para el otro sector. Es decir, en este caso, el sector 604 no se extenderá en una extensión del segundo tipo, debido a que la antena 601 está dentro del sector 604.

La realización de la Fig. 6B muestra otro ejemplo de una extensión del segundo tipo, en el que solamente un borde de un sector se extiende con una extensión grande, en lugar de dos. En particular, la antena 615 está fuera del sector 616 de la antena 614. No obstante, el ángulo interior 622 entre el borde de sector 617 y la línea 620 es exactamente igual a 180 grados (y por lo tanto no es mayor que 180 grados), de manera que no se hace ninguna

extensión al borde 617. Por el contrario, el ángulo interior 621 entre el borde de sector 618 y la línea 620 es mayor que 180 grados; por lo tanto, una extensión 619 del segundo tipo se hace para el borde 618.

Habiendo determinado el área de celda eficaz (en esta realización determinando un radio eficaz y, en algunos casos, extendiendo los bordes del sector), el segundo paso es determinar el área de penumbra alrededor de la línea de igual intensidad entre las dos antenas, como se ilustra con referencia a las realizaciones de las Fig. 7 y 8. En este ejemplo, el área de penumbra alrededor de la línea de igual intensidad se modela como una banda rectangular asimétrica alrededor de la línea de igual intensidad. La anchura  $W_1$  de la banda rectangular entre la línea de igual intensidad y el límite de banda en el lado de la celda en la que está moviéndose el dispositivo celular, es más larga que la anchura  $W_2$  en el lado de la celda fuera de la cual está moviéndose el dispositivo celular. Por ejemplo, con referencia a la realización de la Fig. 7, el área de penumbra alrededor de la línea de igual intensidad 710 se forma por dos bandas rectangulares 706 y 707, para la cual la anchura  $W_1$ , 708 de la banda 706 en el lado del sector 704 en el cual está moviéndose el dispositivo celular, es más larga que la anchura  $W_2$ , 709 de la banda 707 en el lado del sector 705 fuera de la cual está moviéndose el dispositivo celular. Cada banda se forma entre la línea de igual intensidad 710 y un límite de banda 711 y 712. De manera similar, con referencia a la realización de la Fig. 8, el área de penumbra alrededor de la línea de igual intensidad 808 se forma por dos bandas rectangulares 806 y 807, para la cual la anchura  $W_1$ , 809 de la banda 806 en el lado del sector 805 en el que está moviéndose el dispositivo celular, es más larga que la anchura  $W_2$ , 810 en el lado del sector 804 fuera del cual está moviéndose el dispositivo celular.

En la determinación del área de penumbra alrededor de la línea de igual intensidad, según una realización de la invención, primero es necesario determinar la localización de la línea de igual intensidad, que varía dependiendo del caso topológico. En el primer caso topológico de la realización de la Fig. 1, que también es el caso en la Fig. 7, la línea de igual intensidad es la bisectriz 710 de los azimut de celdas 702 y 703 (que emanan desde la localización 701 de las antenas). En el segundo y tercer casos topológicos de las realizaciones de las Fig. 2 y 3, la línea de igual intensidad es aproximadamente la perpendicular central a la línea que conecta las dos antenas. Por ejemplo, en la Fig. 8, que corresponde al caso topológico de la Fig. 2, la línea de igual intensidad es la perpendicular central 808 a la línea 803 que conecta las dos antenas 801 y 802. En el cuarto caso topológico de la realización de la Fig. 4, los puntos de igual intensidad son difíciles de definir y no existe una banda similar a las de las Fig. 7 y 8.

Habiendo determinado el área de celda eficaz y el área de penumbra alrededor de la línea de igual intensidad, un tercer paso de esta realización es determinar el área de traspaso. Para cada uno de los casos topológicos excepto el de la realización de la Fig. 4, se forma el área en la que cada celda es capaz potencialmente de realizar un traspaso, para cada celda, por la intersección de su área de celda eficaz y el área de penumbra alrededor de la línea de igual intensidad. El área de traspaso de la celda A a la celda B, como es en este caso, entonces se encuentra como la unión de las áreas en las que las dos celdas son capaces potencialmente de realizar un traspaso. Por ejemplo, con referencia a la realización de la Fig. 9, el área de traspaso para un dispositivo celular que viaja desde la celda A, 901 a la celda B, 902 se determina primero mediante la intersección del área eficaz de la celda A con la banda rectangular 903 del área de penumbra alrededor de la línea de igual intensidad 904; luego mediante la intersección del área eficaz de la celda B con la banda rectangular 903; y luego formando la unión de estas dos áreas, que se representan como el área sombreada 905. La realización de la Fig. 9 ilustra la determinación del área de traspaso de la celda A a la celda B para el caso topológico de la realización de la Fig. 2, en la que la banda rectangular 903 está bien definida. En el caso topológico de la realización de la Fig. 4, para el cual una banda rectangular similar no está definida, el área de traspaso de la celda A a la celda B se encuentra como la intersección de las dos áreas de celda eficaces, cada una de las cuales puede incluir extensiones de o bien el primer tipo o bien el segundo descritos anteriormente. Por ejemplo, en la realización de la Fig. 10, el área de celda eficaz del sector 1001 se ha extendido en una extensión 1002 del primer tipo y el área de celda eficaz del sector 1003 se ha extendido en las extensiones 1004, 1005 y 1006 del segundo tipo. Debido a que este es un caso topológico similar al de la realización de la Fig. 4, el área de traspaso desde la celda 1001 a la celda 1003 es igual a la intersección entre sus dos áreas de celda eficaces, que se muestra como el área sombreada 1007. Se debería señalar que la única diferencia entre un área de traspaso de la celda A a la celda B y un área de traspaso de la celda B a la celda A, deriva de la asimetría del área de penumbra alrededor de la línea de igual intensidad, lo cual ocurre en los casos topológicos de las realizaciones de las Fig. 1 hasta 3.

Como se puede ver a partir de la realización de la Fig. 10, el área de traspaso 1007 determinada según una realización de la invención en la presente memoria, es mucho menor que las áreas eficaces de los sectores de celda 1001 y 1003. De esta manera, en media, un método según una realización de la invención, que determina el área de traspaso, es más preciso en localizar un dispositivo celular que las técnicas de la técnica anterior que se basan en localizar solamente el sector de celda.

Una realización según la invención también mejora la precisión, en media, cuando la red celular especifica la localización de un dispositivo celular usando datos de avance de tiempo, además de datos de identificador de celda. La Fig. 11 muestra un sector de corona 1101, que se usa para modelar la localización estimada de un dispositivo celular en tal caso, según una realización de la invención. Los datos de avance de tiempo adicionales restringen la localización del aparato a un sector de corona 1101 entre dos radios dados 1102 y 1103 desde una antena 1104. Se apreciará que el uso de datos de avance de tiempo; u otros datos posibles especificados por una red celular; que pueden estrechar el área de celda modelada, se pueden usar consistentemente con realizaciones en la presente memoria – por ejemplo modificando el modelo para determinar el área de celda eficaz. De esta manera, por ejemplo,

en la realización de la Fig. 11, el área de celda se puede modelar como un sector de corona, que se extiende posiblemente para crear un área de celda eficaz de una forma similar a las técnicas descritas en la presente memoria. También se pueden usar otras formas para áreas de celda según una realización de la invención. Con independencia de la forma del área de celda eficaz, las técnicas según una realización de la invención, en media, mejoran la precisión de localización de un dispositivo celular. Usando el sector de corona de la Fig. 11, por ejemplo, se puede obtener una tasa de reducción similar en el área como cuando se usan sectores completos como anteriormente.

Los expertos en la técnica apreciarán que los parámetros generalizados mencionados anteriormente (tales como los parámetros  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $\alpha$ ,  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $W_1$  y  $W_2$ ), se pueden determinar empíricamente y calibrar en pruebas de campo. Por ejemplo, se pueden realizar pruebas en las cuales se conocen las localizaciones reales de dispositivos celulares de prueba, de manera que las localizaciones reales se pueden hacer coincidir empíricamente contra la correspondencia de celdas para determinar valores adecuados para los parámetros. Los parámetros se pueden estimar estadísticamente en base a los resultados empíricos y se pueden mejorar a medida que los resultados de las pruebas y otros datos se acumulan con el tiempo. Se puede usar otro parámetro. Además, se puede usar una selección del parámetro mencionado anteriormente o parámetros completamente diferentes. Donde se usan sistemas celulares distintos de GSM, por ejemplo, sistemas celulares basados en CDMA, se pueden modificar las realizaciones por ejemplo de manera que el área de traspaso se modela como una forma diferente o conjunto de formas que surgen de la disposición de celdas en el conjunto activo.

Según una realización de la invención, se pueden usar un sistema y método para localización de dispositivos celulares como parte de un sistema de información de tráfico, tal como el descrito en la Patente de EE.UU. N° 6.587.781 de Feldman et al., un diagrama de bloques resumen del cual se muestra en la realización de la Fig. 12. En este sistema, se determina la localización de cada uno de una pluralidad de sensores móviles en vehículos que viajan en una red de carretera 12, que se ha analizado para formar una red de sección de carretera orientada 14. Otras fuentes de información de tráfico se pueden usar o no para complementar la detección móvil. Los datos de posición 62 se recogen con el tiempo a partir de los sensores móviles y muestrean periódicamente por un muestreador 1 para el paso a un calculador de tiempo de viaje normalizado 2. En base a los datos muestreados, el calculador de tiempo de viaje 2 determina un valor de tiempo de viaje normalizado medio para cada sección de carretera orientada de la red 14. Una fusión y un generador de imagen actual 3 entonces usan los tiempos de viaje normalizados calculados, así como los datos obtenidos de otros sensores, para generar una imagen actual de las condiciones de tráfico en la red de carretera. Un predictor 4 entonces puede usar la imagen actual, así como las reglas desde un generador de patrones y reglas 6, para predecir las condiciones de tráfico o proporcionar otra información a un motor de servicio 5, que puede servir a una variedad de aplicaciones 7. La fusión y el generador de imagen actual 3 puede fusionar datos de una variedad de fuentes, incluyendo el calculador de tiempo de viaje normalizado 2, los datos de tráfico de sensores fijos 60, datos de tráfico de informes de tráfico 64 y datos de tráfico de otras fuentes 66.

Según una realización de la invención, un aparato para implementar la técnica de localización de dispositivos celulares, descrita en la presente memoria, se puede usar para generar datos de tráfico usando localizaciones de dispositivos celulares a partir de dispositivos en vehículos. Por ejemplo, cuando se determina un área de traspaso para un dispositivo celular dado, un sistema de tráfico puede usar el área geográfica que corresponde al área de traspaso que se ha determinado, como una estimación de la localización de un vehículo en el que estaba situado el dispositivo celular en el momento que ocurrió el evento de traspaso. En base a la posición resultante y los datos de tiempo para un gran número de tales vehículos y datos de tráfico de otras fuentes, un calculador de tiempo de viaje normalizado 2 u otro componente de sistema de tráfico, puede generar una imagen de las condiciones de tráfico para una variedad de usos, incluyendo para predecir condiciones de tráfico próximas. En una realización, una técnica según las descritas en la presente memoria para localizar geográficamente un dispositivo celular se implementa por el módulo de muestreo 1 de la realización de la Fig. 12. El módulo de muestreo 1 se alimenta con datos de posición 62, que pueden incluir datos de difusión en forma continua relativos a eventos de traspaso celular, desde una red celular. Los datos de posición 62 pueden incluir, por ejemplo, un identificador de celda y datos de avance de tiempo de una portadora celular; así como datos de posición de vehículo a partir de una variedad de otras fuentes de sensores móviles, tales como datos de GPS u otros Datos de Vehículo de Flota. Los datos de posición de vehículo 62 de cada tipo diferente de fuente de sensor móvil se muestrean por su propio submódulo de muestreo ajustado (incluido en un módulo de muestreo 1 de la Fig. 12). También se pueden usar múltiples submódulos de muestreo para procesar diferentes tipos de datos desde la misma fuente de sensor móvil. Por ejemplo, se pueden usar submódulos de muestreo separados para procesar datos de traspaso celular y datos de servidor de localización celular.

La Fig. 13 es un diagrama de bloques de un aparato para localizar dispositivos celulares, según una realización de la invención. Este se puede usar, por ejemplo, en el sistema de información de tráfico de la realización de la Fig. 12. Como se resume en el diagrama de bloques de la realización de la Fig. 13, tal aparato 1305 para localizar dispositivos celulares puede incluir un módulo de área de celda eficaz 1301 para las determinar áreas de celda; un módulo de área de penumbra 1302 para determinar el área de penumbra alrededor de la línea de igual intensidad; y un módulo de área de traspaso 1303 para determinar el área de traspaso. El aparato 1305 para localizar dispositivos celulares se puede implementar de una variedad de formas diferentes, como será evidente para los expertos en la

técnica tras la lectura de las técnicas descritas en la presente memoria. Por ejemplo, el aparato 1305 puede comprender un procesador de ordenador o circuito de procesamiento de señal especializado, que recibe datos 1300 en eventos de traspaso celular u otros datos celulares, generados por una red celular; y que transmite un área de traspaso calculada resultante a una aplicación basada en localización 1304; por ejemplo, el sistema de información de tráfico de la realización de la Fig. 12. Diversos pasos del método descritos en las realizaciones en la presente memoria se pueden implementar como rutinas en código de programa de ordenador que se ejecutan en un procesador de ordenador 1305 o como circuitos especializados equivalentes para procesamiento de datos.

También, un aparato según una realización de la invención no necesita ser implementado en la forma de la realización de la Fig. 13. Por ejemplo, dos formas posibles de técnicas de implementación en la presente memoria son como sigue (estos ejemplos no se pretende que sean limitantes). En un primer ejemplo, una correspondencia de celda de una portadora celular puede estar disponible para un sistema según la invención. En este caso, se pueden determinar áreas de traspaso para todas las combinaciones posibles de celdas colindantes, en base a la correspondencia celular, en un proceso fuera de línea y almacenar en una base de datos accesible por un sistema según la invención. Cuando los datos celulares fluyen en el sistema, el sistema usa los identificadores de celda y/o datos de avance de tiempo u otros datos de red celular para un evento de traspaso dado para consultar la base de datos (por ejemplo, usando una tabla de búsqueda) y obtener por ello el área de traspaso pertinente. De esta manera, en el primer ejemplo, las funciones del aparato 1305 se realizan fuera de línea y los datos 1300 se procesan posteriormente en línea con referencia a los datos de traspaso creados fuera de línea por el módulo 1303. Por el contrario, en un segundo ejemplo, una correspondencia de celda no está disponible a un sistema según la invención. En su lugar, el sistema recibe los parámetros geográficos de las celdas implicadas en cada evento de traspaso y calcula las áreas de traspaso en línea en base al flujo de datos, usando, por ejemplo, la realización de la Fig. 13. Los módulos 1301-1303 de la realización de la Fig. 13 no necesitan ser correlacionados directamente sobre diferentes módulos software; en su lugar, el software puede tener una funcionalidad equivalente que implementa una arquitectura diferente o más compleja, como se apreciará por los expertos en la técnica.

Se apreciará que las realizaciones admiten una amplia gama de modificaciones sin apartarse de los conceptos inventivos. Por ejemplo un experto apreciará fácilmente cómo los principios y beneficios de la invención se aplican con varias redes actuales y futuras de acceso múltiple por división en frecuencia (FDMA) y/o acceso múltiple por división en código (CDMA) u otras redes que usan acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA) en combinación con los principios de FDMA y CDMA. Otra alternativa mencionada menos frecuentemente es acceso múltiple por división de polarización (PDMA).

Un lector experto también apreciará que, aunque lo precedente ha descrito lo que se considera que es el mejor modo y, donde sea adecuado, otros modos de realización de la invención, la invención no se debería limitar a configuraciones de aparato o pasos del método específicos descritos en esta descripción de la realización preferida. Por ejemplo, aunque diversas realizaciones en la presente memoria se refieren a localizar geográficamente un "dispositivo celular", se apreciará que este término se debería interpretar ampliamente para referirse no solamente a teléfonos celulares móviles u otros aparatos, sino también, por ejemplo, a otros módulos en comunicación con una red celular, tales como sondas unidas a vehículos, ordenadores portátiles y unidades de ordenador especialistas que comunican con una red celular. Los expertos en la técnica también reconocerán que la invención tiene una amplia gama de aplicaciones, particularmente aplicaciones y servicios basados en localización. Por ejemplo, se pueden usar en una amplia variedad de aplicaciones realizaciones según la invención para localizar geográficamente un dispositivo celular; incluyendo (pero no limitadas a): servicios basados en localización, de manera general; sistemas de información de tráfico; para propósitos de emergencia, tales como en la localización de un dispositivo celular que se usó para llamar a un número de emergencia; para planificación de escape; y para aplicaciones de seguridad, inteligencia y defensa nacional.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para localizar geográficamente un dispositivo celular, el método que comprende:
- 5 determinar un área de celda eficaz (901, 902) para cada uno de un primer sector de celda (A) y un segundo sector de celda (B) en una red celular, en donde la determinación de un área de celda eficaz para cada sector de celda comprende determinar un radio eficaz del sector de celda para determinar un área de sector y extender el área de sector extendiendo un borde del sector en base a una relación de posiciones y orientaciones relativas de una primera antena del primer sector de celda (A) y una segunda antena del segundo sector de celda (B); y
- 10 determinar un área de traspaso (905) dentro de la cual el dispositivo celular va a estar situado probablemente cuando el control del dispositivo celular se transfiere desde el primer sector de celda (A) al segundo sector de celda (B), el área de traspaso (905) que comprende al menos parte de una intersección entre el área de celda eficaz del primer sector de celda (A) y el área de celda eficaz del segundo sector de celda (B).
2. Un método según la reivindicación 1, que además comprende:
- determinar un área de penumbra (903) alrededor de una línea (904) de igual intensidad de recepción entre el primer sector de celda y el segundo sector de celda.
- 15 3. Un método según la reivindicación 1, en donde la relación de posiciones y orientaciones relativas se determina de entre un conjunto de casos que comprenden:
- un primer caso en el que la primera antena y la segunda antena se sitúan en una localización común (100);
- un segundo caso en el que la primera antena (203) y la segunda antena (204) se sitúan en localizaciones diferentes y en la que el primer sector de celda (201) y el segundo sector de celda (202) se orientan uno frente al otro;
- 20 un tercer caso en el que la primera antena (303) y la segunda antena (304) se sitúan en localizaciones diferentes y en la que el primer sector de celda (301) y el segundo sector de celda (302) no se solapan; y
- un cuarto caso en el que no se satisface ninguno del primer, segundo y tercer casos.
4. Un método según la reivindicación 3, que además comprende, cuando la relación topológica se determina que es una del primer, segundo o tercer casos de topología, determinar un área de penumbra (903) alrededor de una línea (904) de igual intensidad de recepción entre el primer sector de celda y el segundo sector de celda.
- 25 5. Un método según la reivindicación 2 o 4, que además comprende:
- determinar un área de traspaso potencial del primer sector de celda mediante la intersección del área de celda eficaz del primer sector de celda con el área de penumbra;
- 30 determinar un área de traspaso potencial del segundo sector de celda mediante la intersección del área de celda eficaz del segundo sector de celda con el área de penumbra; y
- determinar el área de traspaso (905) para transferencia de control del dispositivo celular formando la unión del área de traspaso potencial del primer sector de celda y el área de traspaso potencial del segundo sector de celda.
6. Un método según la reivindicación 1, que además comprende:
- 35 determinar un área de traspaso para transferencia de control del dispositivo celular mediante la intersección del área de celda eficaz del primer sector de celda con el área de celda eficaz del segundo sector de celda.
7. Un método según la reivindicación 3, que además comprende, cuando la relación se determina que es el cuarto caso, determinar el área de traspaso para transferencia de control del dispositivo celular mediante la intersección del área de celda eficaz del primer sector de celda con el área de celda eficaz del segundo sector de celda.
- 40 8. Un método según la reivindicación 1, en donde determinar el área de celda eficaz comprende usar datos de identificador de celda.
9. Un método según la reivindicación 1, en donde determinar el área de celda eficaz comprende usar datos de avance de tiempo.
10. Un método según la reivindicación 1, en donde, cuando la primera antena y la segunda antena se sitúan en una localización común, el radio eficaz se determina como un radio de una celda en forma de sector.
- 45 11. Un método según la reivindicación 1, en donde, cuando la primera antena y la segunda antena no se sitúan en una localización común, el radio eficaz se determina como el producto de una distancia entre la primera antena y la segunda antena y un factor constante en base a la relación de posiciones y orientaciones relativas entre el primer sector de celda y la segunda celda.

- 5 12. Un método según la reivindicación 1, en donde extender el borde de la celda en forma de sector comprende, cuando la primera antena (502) está contenida dentro del segundo sector de celda y cuando un ángulo  $\beta$  (503) formado por una línea entre la primera antena (502) y la segunda antena (501) y una línea de límite de sector (506) de la segunda celda, es menor que un ángulo predeterminado  $\alpha$  (504), extender el segundo sector de celda más allá de la línea de límite de sector (506).
13. Un método según la reivindicación 12, en donde el segundo sector de celda se extiende en una extensión rectangular (508) más allá de la línea de límite de sector (506).
- 10 14. Un método según la reivindicación 1, en donde extender el borde del sector de celda comprende, cuando la primera antena (601) está fuera del segundo sector de celda y cuando un ángulo interior (605) formado entre una línea de límite de sector (607, 608) del segundo sector de celda y una línea (620) entre la primera antena (601) y la segunda antena (602) es mayor que 180 grados, extender el segundo sector de celda más allá de la línea de límite de sector (607, 608).
- 15 15. Un método según la reivindicación 14, en donde el segundo sector de celda se extiende en una extensión rectangular (610, 611) más allá de la línea de límite de sector (607, 608).
16. Un método según la reivindicación 14, en donde el segundo sector de celda se extiende más allá de dos líneas de límite de sector (607, 608).
17. Un método según la reivindicación 16, en donde el segundo sector de celda se extiende en dos extensiones rectangulares (610, 611) y en donde el método además comprende extender el segundo sector de celda en una extensión triangular (612) que conecta las dos extensiones rectangulares (610, 611).
- 20 18. Un método según la reivindicación 2 o 4, en donde determinar el área de penumbra comprende:  
determinar la localización de la línea (904) de igual intensidad; y  
determinar una banda rectangular (903) alrededor de la línea de igual intensidad (904).
- 25 19. Un método según la reivindicación 18, en donde determinar la localización de la línea de igual intensidad comprende, cuando la primera antena y la segunda antena se sitúan en una localización común, determinar la línea de igual intensidad como la bisectriz de un ángulo formado por un primer azimut para el primer sector de celda y un segundo azimut para el segundo sector de celda.
20. Un método según la reivindicación 18, en donde determinar la línea de igual intensidad comprende formar una perpendicular central (808) a una línea (803) que conecta la primera antena (801) y la segunda antena (802).
- 30 21. Un método según la reivindicación 18, en donde la banda rectangular (903) es de anchura asimétrica alrededor de la línea de igual intensidad (904).
22. Un método según la reivindicación 21, en donde una anchura  $W_1$  (810) de una primera banda rectangular (807) entre la línea (808) de igual intensidad y un límite de la primera banda proximal a un sector de celda en el que está moviéndose el dispositivo celular, es más larga que una anchura  $W_2$  (809) de una segunda banda rectangular (806) entre la línea (808) de igual intensidad y un límite de la segunda banda proximal a un sector de celda en el que está moviéndose el dispositivo celular.
- 35 23. Un método según la reivindicación 1, que además comprende:  
generar datos de tráfico de vehículos en base al menos en parte al área de traspaso.
24. Un método según la reivindicación 23, que además comprende:  
muestrear datos recibidos desde la red celular para determinar el área de traspaso.
- 40 25. Un método según la reivindicación 24, que además comprende:  
muestrear datos de posición de vehículos de una pluralidad de diferentes fuentes de sensor móvil para generar los datos de tráfico de vehículos.
26. Un método según la reivindicación 23, que además comprende:  
almacenar un área de traspaso predeterminada para la primera celda y la segunda celda en una base de datos; y
- 45 consultar la base de datos para determinar el área de traspaso cuando se reciben datos desde la red celular con referencia a un traspaso entre el primer sector de celda y el segundo sector de celda.
27. Un método según la reivindicación 23, que además comprende:

determinar el área de traspaso usando un muestreador en línea que responde a datos de difusión en forma continua recibidos desde la red celular.

5 28. Un método según la reivindicación 1, en donde el primer y segundo sectores de celda comprenden parte de los principios de operación de una red celular en uno o más de: Acceso Múltiple por División de Frecuencia, Acceso Múltiple por División en el Tiempo, Acceso Múltiple por División de Polarización y Acceso Múltiple por División de Código.

29. Un método según la reivindicación 1, que además comprende la consideración de una tercera celda, la primera, segunda y tercera celdas que comprenden parte de una red celular de Acceso Múltiple por División de Código o Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha.

10 30. Un método según la reivindicación 29, que además comprende la consideración de una cuarta celda, la primera, segunda, tercera y cuarta celdas que comprenden parte de una red celular de Acceso Múltiple por División de Código o Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha.

15 31. Un método para localizar geográficamente un dispositivo celular en una red celular que comprende una primera antena (502) para una primera celda formada en un sector y una segunda antena (501) para una segunda celda formada en un sector, el método que comprende:

determinar un radio eficaz  $R_i$  de cada celda para cada uno de un conjunto de  $i$  relaciones topológicas diferentes entre la primera celda y la segunda celda;

20 determinar un ángulo  $\alpha$  (504) para el cual, cuando la primera antena (502) está contenida dentro de la segunda celda y cuando un ángulo  $\beta$  (503) formado por una línea (505) entre la primera antena (502) y la segunda antena (501) y un borde de sector (506) de la segunda celda, cuyo borde de sector (506) está cerca de la primera antena (502), es menor que el ángulo  $\alpha$  (504), la segunda celda se extenderá más allá del borde de sector (506);

determinar una primera anchura de extensión  $E_1$  (507) de una primera extensión rectangular (508) desde un borde de sector (506) de la segunda celda, cuyo borde de sector (506) está cerca de la primera antena (502) cuando el ángulo  $\beta$  (503) es menor que el ángulo  $\alpha$  (504);

25 determinar una segunda anchura de extensión  $E_2$  (613) de una segunda extensión rectangular (610, 611) desde cada borde de sector (607, 608) de la segunda celda cuando la primera antena (602) está fuera de la segunda celda (603) y cuando un ángulo interior (605) que contiene la segunda celda (603) formado entre el borde de sector (607, 608) de la segunda celda (603) y una línea (609) entre la primera antena (602) y la segunda antena (601), es mayor que 180 grados;

30 determinar una primera anchura de penumbra  $W_1$  (810) de una primera banda rectangular (807) entre una línea (808) de igual intensidad de recepción de señal desde la primera antena (801) y la segunda antena (802) y un límite de la primera banda proximal a una celda a la que está moviéndose el dispositivo celular;

35 determinar una segunda anchura de penumbra  $W_2$  (809) de una segunda banda rectangular entre la línea (808) de igual intensidad y un límite de la segunda banda proximal a una celda fuera de la cual está moviéndose el dispositivo celular; y

40 determinar un área de traspaso (905) dentro de la cual el dispositivo celular va a ser localizado probablemente cuando el control del dispositivo celular se transfiere desde la primera celda a la segunda celda, la determinación del área de traspaso que se basa en al menos un subconjunto de los radios eficaces  $R_i$ , el ángulo  $\alpha$ , la primera anchura de extensión  $E_1$ , la segunda anchura de extensión  $E_2$ , la primera anchura de penumbra  $W_1$  y la segunda anchura de penumbra  $W_2$ .

32. Un método según la reivindicación 1 o la reivindicación 31 de monitorización de flujo de tráfico determinando localizaciones sucesivas de una pluralidad de dispositivos celulares situados en una pluralidad de vehículos, el método que además comprende:

localizar geográficamente repetidamente al menos alguno de la pluralidad de dispositivos celulares; y

45 muestrear las localizaciones del al menos alguno de los dispositivos celulares para determinar una imagen de flujo de tráfico.

33. Un método según la reivindicación 32, que además comprende predecir condiciones de tráfico futuras en base a la imagen de flujo de tráfico.

50 34. Un método según la reivindicación 32, en donde la determinación de traspaso se hace consultando una base de datos de áreas de traspaso predeterminadas para pares de celdas y conjuntos de celdas, usando datos de traspaso de una red celular.

35. Un método según la reivindicación 32, en donde la determinación de traspaso se hace usando datos de traspaso de difusión en forma continua de una red celular.
36. Un método según la reivindicación 34 o 35, en donde los datos de traspaso comprenden datos de identificador de celda.
- 5 37. Un método según la reivindicación 34 o 35, en donde los datos de traspaso comprenden datos de avance de tiempo.
38. Un aparato para localizar geográficamente un dispositivo celular, el aparato que comprende:
- un módulo de área de celda eficaz (1301) para determinar un área de celda eficaz para cada uno de un primer sector de celda y un segundo sector de celda en una red celular, en donde la determinación de un área de celda eficaz para cada sector de celda comprende determinar un radio eficaz del sector de celda para determinar un área de sector y extender el área de sector extendiendo un borde del sector en base a una relación de posiciones y orientaciones relativas de una primera antena del primer sector de celda (A) y una segunda antena del segundo sector de celda (B); y
- 10 un módulo de área de traspaso (1303) para determinar un área de traspaso dentro de la cual el dispositivo celular va a ser localizado probablemente cuando el control del dispositivo celular se transfiere desde el primer sector de celda al segundo sector de celda, el área de traspaso que comprende al menos parte de una intersección entre el área de celda eficaz del primer sector de celda y el área de celda eficaz del segundo sector de celda.
- 15 39. Un aparato según la reivindicación 38, que además comprende:
- un módulo de área de penumbra (1302) para determinar un área de penumbra alrededor de una línea de igual intensidad de recepción entre el primer sector de celda y el segundo sector de celda.
- 20 40. Un aparato según la reivindicación 38, en donde la relación entre posiciones y orientaciones relativas se determina de entre un conjunto de casos que comprende:
- un primer caso en el que la primera antena y la segunda antena se sitúan en una localización común;
- un segundo caso en el que la primera antena y la segunda antena se sitúan en localizaciones diferentes y en la que el primer sector de celda y el segundo sector de celda se orientan uno frente al otro;
- 25 un tercer caso en el que la primera antena y la segunda antena se sitúan en localizaciones diferentes y en la que el primer sector de celda y el segundo sector de celda no se solapan; y
- un cuarto caso en el que no se satisface ninguno del primer, segundo y tercer casos.
- 30 41. Un aparato según la reivindicación 40, en donde el módulo de área de penumbra (1302) comprende medios para, cuando la relación se determina que es una del primer, segundo o tercer casos, determinar un área de penumbra alrededor de una línea de igual intensidad de recepción entre el primer sector de celda y el segundo sector de celda.
42. Un aparato según la reivindicación 39 o 41, en donde el módulo de área de traspaso (1303) comprende medios para:
- 35 determinar un área de traspaso potencial del primer sector de celda mediante la intersección del área de celda eficaz de la primera celda con el área de penumbra;
- determinar un área de traspaso potencial del segundo sector de celda mediante la intersección del área de celda eficaz del segundo sector de celda con el área de penumbra; y
- 40 determinar el área de traspaso para transferencia de control del dispositivo celular formando la unión del área de traspaso potencial del primer sector de celda y el área de traspaso potencial del segundo sector de celda.
43. Un aparato según la reivindicación 38, en donde el módulo de área de traspaso (1303) comprende medios para determinar el área de traspaso para transferencia del control del dispositivo celular mediante la intersección del área de celda eficaz del primer sector de celda con el área de celda eficaz del segundo sector de celda.
44. Un aparato según la reivindicación 40, en donde el módulo de área de traspaso (1303) comprende medios para, cuando la relación se determina que es el cuarto caso, determinar el área de traspaso para transferencia del control del dispositivo celular mediante la intersección del área de celda eficaz del primer sector de celda con el área de celda eficaz del segundo sector de celda.
- 45 45. Un aparato según la reivindicación 38, en donde el módulo de área de celda eficaz (1301) comprende medios para usar datos de identificador de celda.

46. Un aparato según la reivindicación 38, en donde el módulo de área de celda eficaz (1301) comprende medios para usar datos de avance de tiempo.
- 5 47. Un aparato según la reivindicación 38, en donde el módulo de área de celda eficaz (1301) comprende medios para, cuando la primera antena y la segunda antena se sitúan en una localización común, determinar el radio eficaz como un radio de una celda en forma de sector.
48. Un aparato según la reivindicación 38, en donde el módulo de área de celda eficaz (1301) comprende medios para, cuando la primera antena y la segunda antena no se sitúan en una localización común, determinar el radio eficaz como el producto de una distancia entre la primera antena y la segunda antena y un factor constante en base a la relación de posiciones y orientaciones relativas entre el primer sector de celda y el segundo sector de celda.
- 10 49. Un aparato según la reivindicación 38, en donde el módulo de área de celda eficaz (1301) comprende medios para determinar una extensión de un borde de una celda en forma de sector:
- determinando si la primera antena está contenida dentro del segundo sector de celda y si un ángulo  $\sphericalangle$  formado por una línea entre la primera antena y la segunda antena y un borde de sector de la segunda celda, es menor que un ángulo predeterminado  $V$ ; y, si es así,
- 15 extendiendo el segundo sector de celda más allá del borde de sector.
50. Un aparato según la reivindicación 49, en donde el módulo de área de celda eficaz (1301) comprende medios para extender el segundo sector de celda en una extensión rectangular más allá del borde de sector.
51. Un aparato según la reivindicación 38, en donde el módulo de área de celda eficaz (1301) comprende medios para determinar una extensión de un borde de una celda en forma de sector:
- 20 determinando si la primera antena está fuera del segundo sector de celda y si un ángulo interior formado entre un borde de sector del según sector de celda y una línea entre la primera antena y la segunda antena, es mayor que 180 grados; y, si es así,
- extendiendo el segundo sector de celda más allá del borde de sector.
- 25 52. Un aparato según la reivindicación 51, en donde el módulo de área de celda eficaz (1301) comprende medios para extender el segundo sector de celda en una extensión rectangular más allá del borde de sector.
53. Un aparato según la reivindicación 51, en donde el módulo de área de celda eficaz (1301) comprende medios para extender el segundo sector de celda en extensiones rectangulares más allá de dos bordes de sector.
54. Un aparato según la reivindicación 53, en donde el módulo de área de celda eficaz (1301) comprende medios para extender el segundo sector de celda en una extensión triangular que conecta dos extensiones rectangulares.
- 30 55. Un aparato según la reivindicación 39 o 41, en donde el módulo de área de penumbra (1302) comprende medios para:
- determinar la localización de la línea de igual intensidad; y
- determinar una banda rectangular alrededor de la línea de igual intensidad.
- 35 56. Un aparato según la reivindicación 55, en donde los medios para determinar la localización de la línea de igual intensidad comprenden medios para, cuando la primera antena y la segunda antena se sitúan en una localización común, determinar la línea de igual intensidad como la bisectriz de un ángulo formado por un primer azimut para el primer sector de celda y un segundo azimut para el segundo sector de celda.
57. Un aparato según la reivindicación 55, en donde los medios para determinar la línea de igual intensidad comprenden medios para formar una perpendicular central a una línea que conecta la primera antena y la segunda antena.
- 40 58. Un aparato según la reivindicación 55, en donde la banda rectangular es de anchura asimétrica alrededor de la línea de igual intensidad.
59. Un aparato según la reivindicación 58, en donde una anchura  $W_1$  de una primera banda rectangular entre la línea de igual intensidad y un límite de la primera banda proximal a un sector de celda en el que está moviéndose el dispositivo celular, es más larga que una anchura  $W_2$  de una segunda banda rectangular entre la línea de igual intensidad y un límite de la segunda banda proximal a un sector de celda fuera del cual está moviéndose el dispositivo celular.
- 45 60. Un aparato según la reivindicación 38, que además comprende:
- un módulo de muestreo de un sistema de información de tráfico de vehículos.

61. Un aparato según la reivindicación 60, en donde el módulo de muestreo comprende una pluralidad de submódulos de muestreo para muestrear datos de posición de vehículos desde una pluralidad de diferentes fuentes de sensores móviles.

62. Un aparato según la reivindicación 60, que además comprende:

- 5 una base de datos para almacenar el área de traspaso, en donde el área de traspaso se predetermina de manera que la base de datos es capaz de ser consultada en base a los datos de difusión en forma continua desde la red celular.

63. Un aparato según la reivindicación 38 para monitorizar flujo de tráfico determinando localizaciones sucesivas de una pluralidad de dispositivos celulares situados en una pluralidad de vehículos, el aparato que además comprende:

- 10 un módulo de muestreo para muestrear un conjunto de determinaciones de localización geográfica repetidas de al menos alguno de la pluralidad de dispositivos celulares, para determinar una imagen actual del flujo de tráfico.

64. Un aparato según la reivindicación 63, que además comprende:

un módulo predictor para predecir condiciones de tráfico futuro en base a la imagen actual de flujo de tráfico.

65. Un aparato según la reivindicación 63, que además comprende:

- 15 una base de datos de área de traspaso que comprende áreas de traspaso predeterminadas para pares de celdas o conjuntos de celdas.

66. Un aparato según la reivindicación 65, en donde el módulo de área de traspaso es capaz de consultar la base de datos de área de traspaso usando datos de traspaso de difusión en forma continua desde la red celular.

- 20 67. Un aparato según la reivindicación 63, en donde el módulo de área de traspaso es capaz de determinar el área de traspaso en línea en base a datos de traspaso de difusión en forma continua desde la red celular.

68. Un aparato según la reivindicación 66 o 67, en donde los datos de traspaso comprenden datos de identificador de celda.

69. Un aparato según la reivindicación 66 o 67, en donde los datos de traspaso comprenden datos de avance de tiempo.

25

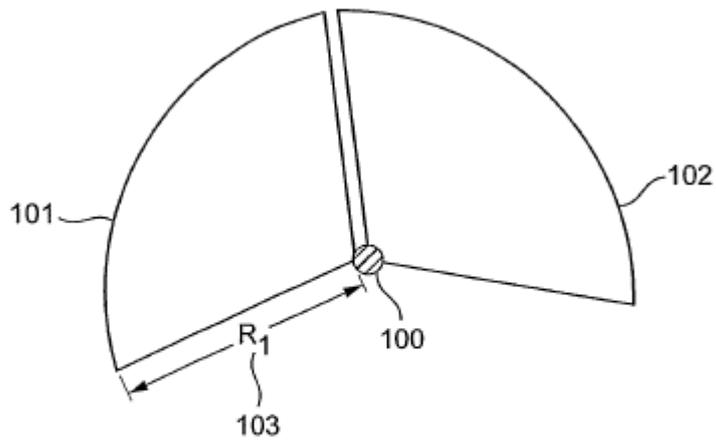


FIG. 1

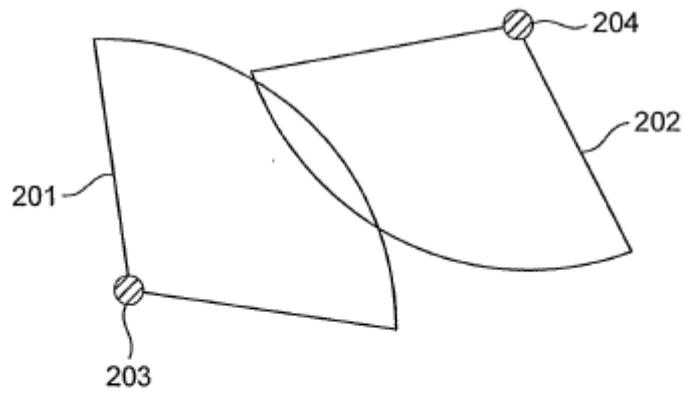


FIG. 2

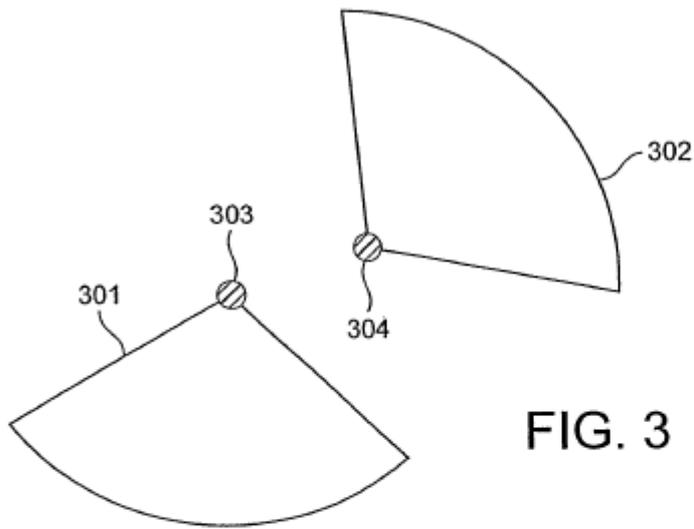


FIG. 3

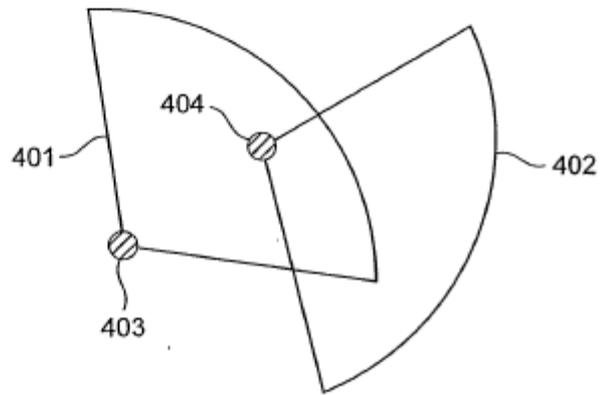


FIG. 4

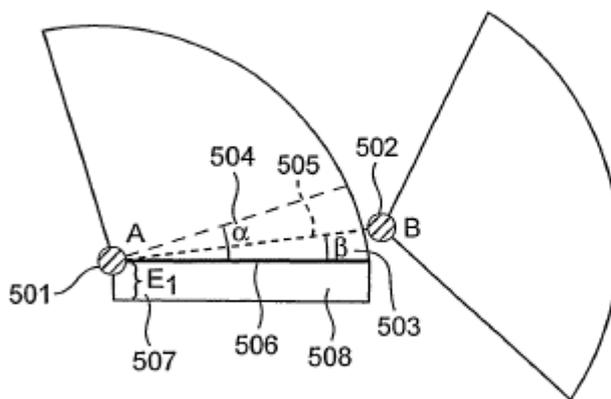


FIG. 5



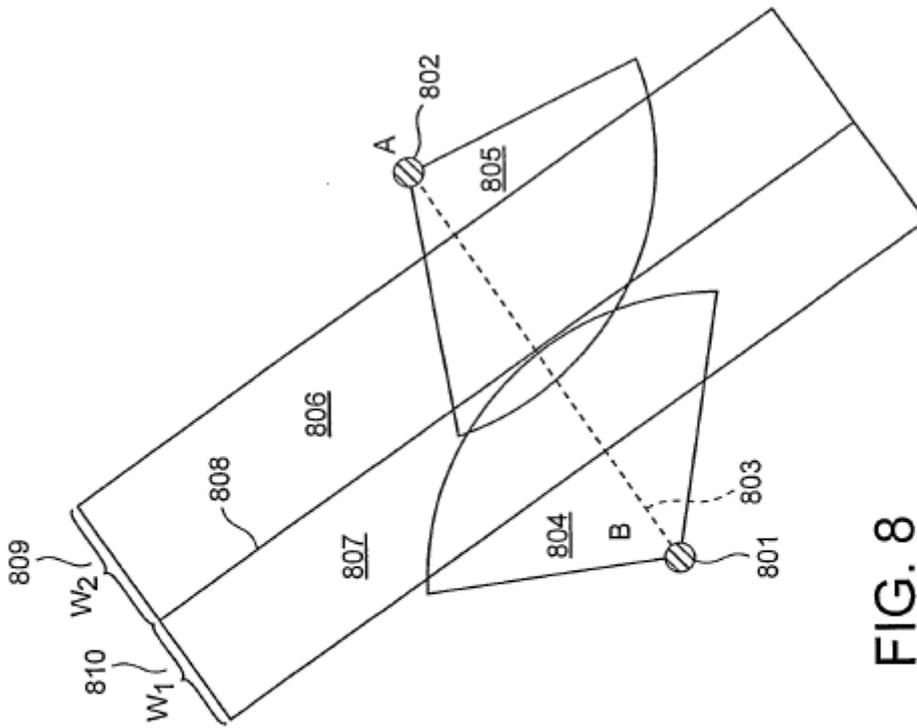


FIG. 8

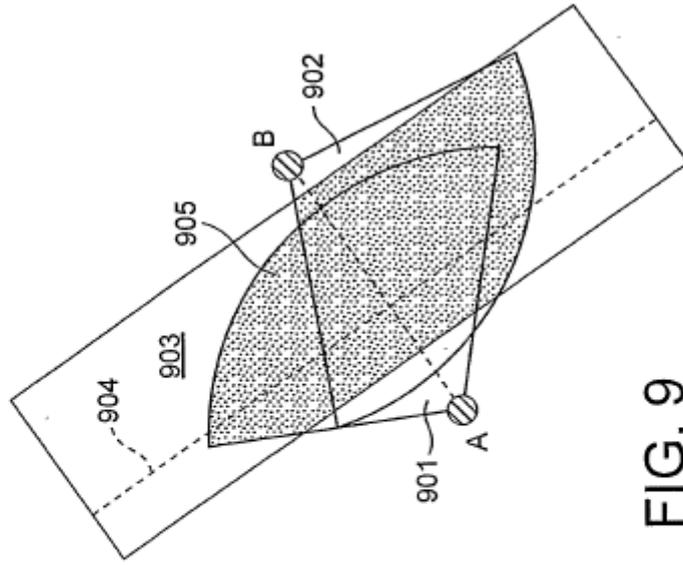


FIG. 9

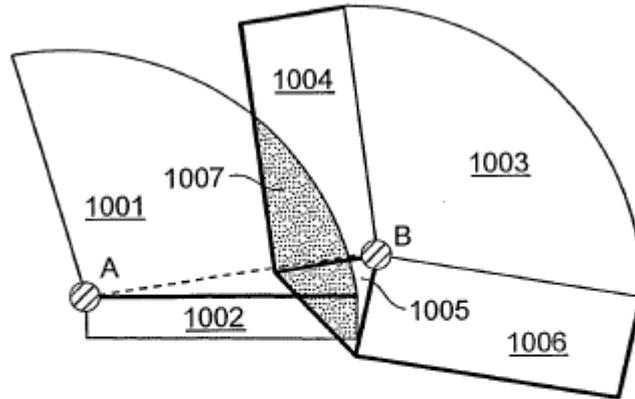


FIG. 10

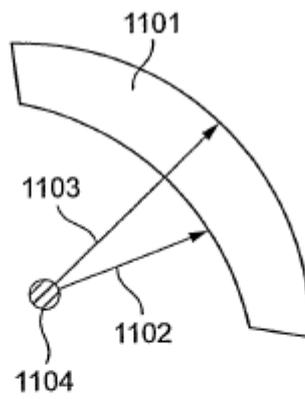


FIG. 11

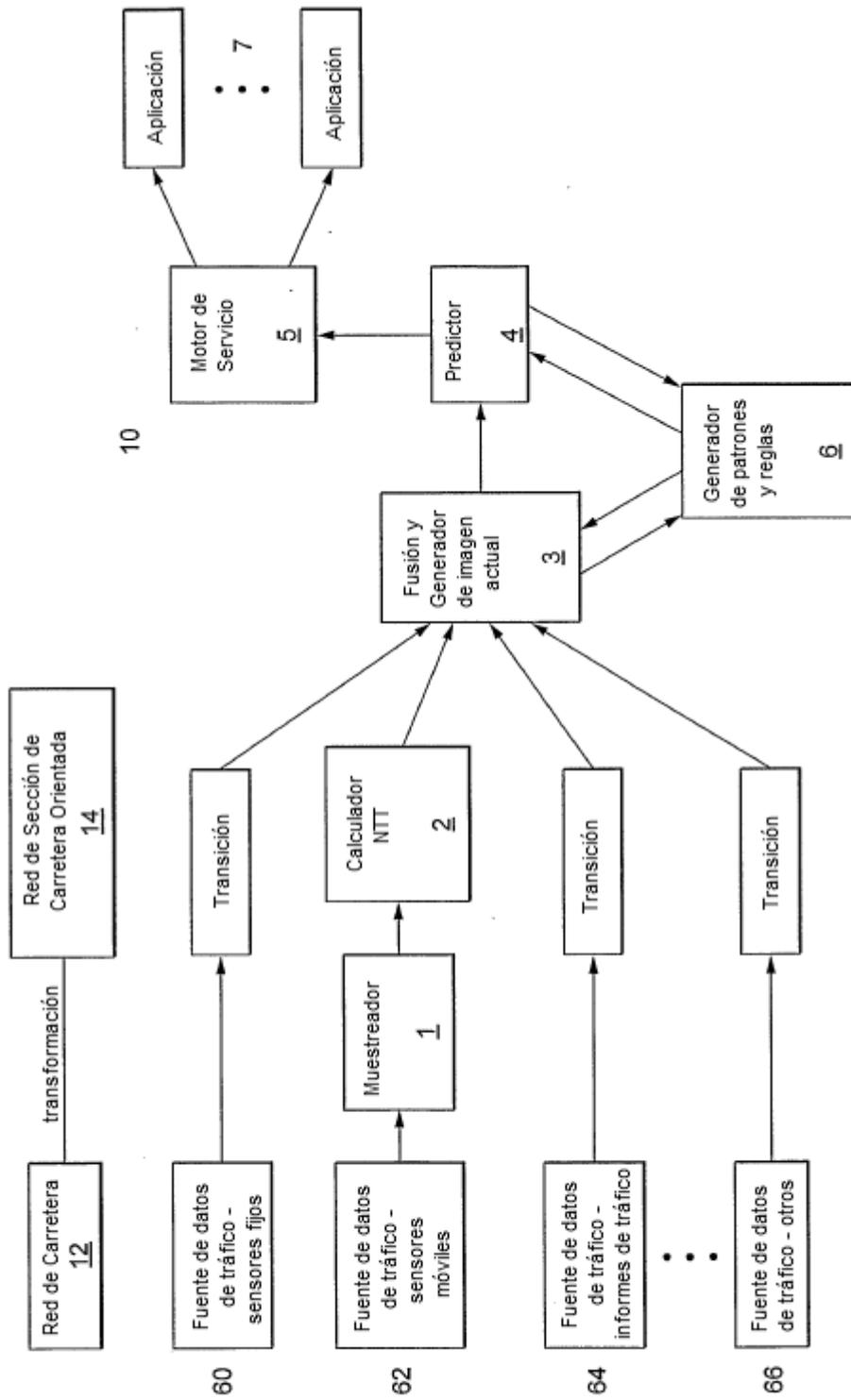


FIG. 12

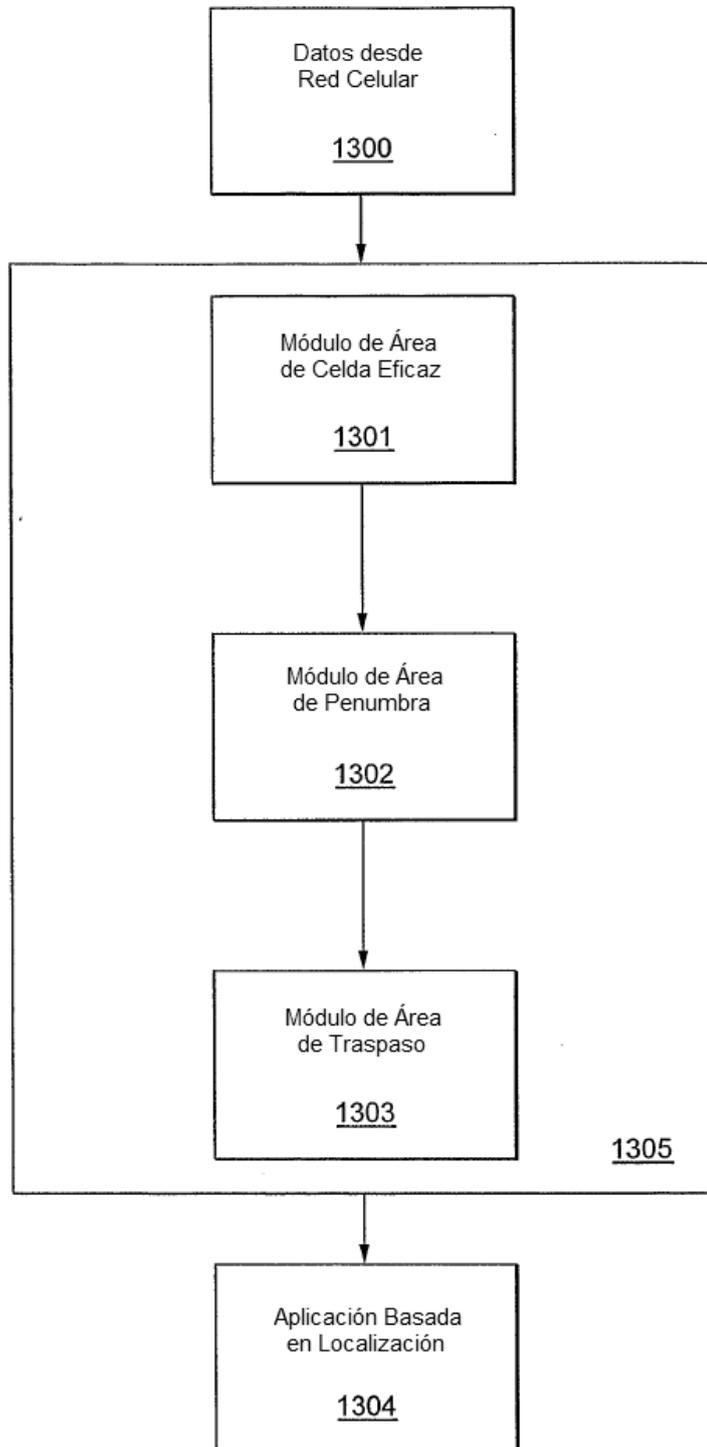


FIG. 13