(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 277 943**

(51) Int. Cl.:
H04Q 7/38 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Número de solicitud europea: **01973609 .9**
(86) Fecha de presentación : **27.09.2001**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1321009**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **25.06.2003**

(54) Título: **Procedimiento para realizar una búsqueda de frecuencia candidata en un sistema de comunicaciones inalámbrico.**

(30) Prioridad: **29.09.2000 US 677039**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.08.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.08.2007

(73) Titular/es: **QUALCOMM INCORPORATED**
5775 Morehouse Drive
San Diego, California 92121-1714, US

(72) Inventor/es: **Chen, Qingxin y**
Achour, Baaziz

(74) Agente: **Carpintero López, Francisco**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para realizar una búsqueda de frecuencia candidata en un sistema de comunicaciones inalámbrico.

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

Esta invención se refiere a sistemas digitales de comunicación inalámbrica y, más específicamente, a procedimientos para realizar eficientemente búsquedas de frecuencia candidata en sistemas digitales de comunicación inalámbrica.

2. Descripción de la técnica afín

Los sistemas de comunicación inalámbrica facilitan la comunicación de doble vía entre una pluralidad de estaciones móviles de radio de abonado, o "estaciones móviles", y una infraestructura fija de red. Típicamente, las estaciones móviles se comunican con la infraestructura fija de red por medio de una pluralidad de estaciones base fijas. Los ejemplos de sistemas incluyen tales sistemas móviles de telefonía celular como los sistemas de Acceso Múltiple por División del Tiempo (TDMA), los sistemas de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA) y los sistemas de Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA). El objetivo de estos sistemas digitales de comunicación inalámbrica es proporcionar canales de comunicación a pedido, entre las estaciones móviles y las estaciones base, a fin de conectar a los usuarios de estaciones móviles con la infraestructura fija de red (usualmente, un sistema de líneas por cable).

Sistema Básico de Comunicación CDMA

Las estaciones móviles, típicamente, se comunican con las estaciones base utilizando un esquema de duplexado que permite el intercambio de información en ambos sentidos de la conexión. En la mayoría de los sistemas de comunicación existentes, las transmisiones desde una estación base a una estación móvil se denominan transmisiones de "enlace directo". Las transmisiones desde una estación móvil a una estación base se denominan transmisiones de "enlace inverso". Estos sistemas CDMA son bien conocidos en la técnica. Por ejemplo, algún sistema tal se describe en la Patente Estadounidense Nº 4.901.307, concedida el 13 de febrero de 1990 a Gilhousen *et al*., y transferida al cesionario de la presente invención, que también se incorpora aquí por referencia por sus revelaciones de sistemas de comunicación CDMA. Los parámetros básicos del sistema de radio y los procedimientos de procesamiento de llamadas para ejemplos de sistemas CDMA de la técnica anterior se describen en la especificación TIA, titulada "Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System" ["Estándar de Compatibilidad entre Estación Móvil y Estación Base para sistema Celular de Espectro Extendido, Banda Ancha y Modalidad Dual"], TIA/EIA/IS-95-A, editado en mayo de 1995 por la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones, y mencionada en lo sucesivo como "IS-95A". La actualización y revisión de la IS-95A y el J-STD-008 (especificación de sistema de comunicación personal [PCS] análoga a la IS-95A) es la TIA/EIA/IS-95B, editada en marzo de 1999 por la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones, y mencionada en lo sucesivo como "IS-95B". Ambas especificaciones IS-95A y IS-95B se incorporan aquí por referencia por sus revelaciones sobre sistemas de comunicación CDMA.

Según se muestra en la Figura 1, un típico sistema de comunicación CDMA comprende al menos una estación móvil y una pluralidad de estaciones base fijas, distribuidas geográficamente por el área de servicio del sistema, y controladas por una oficina de conmutación de telecomunicaciones móviles (OCTM) 20. El área de servicio se define como el área geográfica dentro de la cual puede permanecer una estación, y aún así comunicarse (es decir, mantener un enlace válido por radio) con el sistema de comunicación CDMA. Cada estación base proporciona servicios de comunicación a un área fija dentro del área de servicio. El área de servicio es conocida como el "área de cobertura" de la estación base. Así, cuando una estación móvil está dentro del área de cobertura de una estación base, la estación base es capaz de brindar servicios de comunicación a la estación móvil. Una estación base que brinda servicio al móvil se conoce también como una estación base "servidora". La OCTM 20 coordina todas las funciones de conmutación entre las estaciones base, las estaciones móviles y otros sistemas de comunicaciones (p. ej., una Red Telefónica de Servicio Público o un sistema de comunicación por satélite).

La comunicación entre una estación base y una estación móvil es establecida por un proceso de negociación que se inicia al originarse la llamada. La estación base servidora comienza el proceso de negociación asignando un canal seleccionado, entre sus canales disponibles de tráfico directo, a la estación móvil, y así establece un enlace directo con la estación móvil. La estación móvil establece entonces un enlace inverso con la estación base servidora. Las estaciones base transmiten continuamente por canales piloto. Las estaciones móviles rastrean las señales de la estación base por medio de la adquisición y el rastreo de canales piloto. Una vez que se establece la comunicación entre la estación base servidora y la estación móvil, los canales piloto emitidos por cada estación base son utilizados por la estación móvil para determinar el área de cobertura de la estación base, dentro de la cual se encuentra la estación móvil, y la calidad del enlace con la estación base. Como se describe en más detalle más adelante, estos canales piloto asisten en un procedimiento conocido como un procedimiento de "traspaso". Un tal procedimiento de un proceso de traspaso se describe en la Patente Estadounidense Nº 5.848.063, concedida el 8 de diciembre de 1996 a Weaver *et al*., transferida al propietario de la presente invención, que también se incorpora aquí por referencia por sus revelaciones sobre sistemas de comunicación CDMA, especialmente con respecto a sus revelaciones sobre procedimientos de traspaso.

Un traspaso ocurre cuando una estación móvil atraviesa una "línea de frontera" desde el área de cobertura de una primera estación base servidora hacia el área de cobertura de una segunda estación base. El sistema de comunicación "traspasa" el servicio desde la primera estación base servidora a la segunda estación base, también conocida como la estación base de "destino". También ocurre un traspaso cuando una única estación base utiliza múltiples canales de frecuencia y conmuta la comunicación entre los canales de frecuencia. Cada canal piloto está identificado por un desplazamiento de secuencia de ruido seudoaleatorio (SR) y una asignación de frecuencia. Así, cada canal piloto está unívocamente identificado con una estación base que transmite el canal piloto. Los canales piloto ayudan a las estaciones móviles a realizar búsquedas de frecuencia candidata.

Una búsqueda de frecuencia candidata (FC) es un procedimiento según el cual una estación móvil busca canales piloto en una frecuencia distinta a la frecuencia de envío. Una búsqueda de FC se lleva a cabo para ayudar a la estación base a determinar si es necesario traspasar a una frecuencia distinta. Así, las búsquedas de FC se aplican a un traspaso entre (es decir, un traspaso estricto). La búsqueda de FC piloto mide las energías de entrada y las potencias de señal recibidas de los pilotos. Estas mediciones ayudan a determinar el área de cobertura de la estación base sobre las FC en las cuales está la estación móvil, y la calidad del enlace con la estación base. Cuando la estación móvil detecta un canal piloto de potencia significativa (es decir, la estación móvil está en, o muy cerca de, la frontera de cobertura de frecuencia de la estación base servidora o de una estación base distinta), informa del canal piloto a un controlador de estación base. El controlador de estación base inicia un procedimiento de traspaso para conmutar a una estación base de destino (la estación base asociada con el canal piloto) donde el conjunto de elementos activos de la estación móvil contiene ahora el nuevo canal piloto. El conjunto de elementos activos de la estación móvil se define como un conjunto de estaciones base en comunicación con la estación móvil. Luego, según se describe más adelante, la OCTM 20 conmuta el enlace de radio desde la estación base servidora a la estación base de destino.

La Figura 1 ilustra un sistema sencillo de comunicación CDMA, con un área de servicio que comprende siete estaciones base controladas por una OCTM 20. Cada estación base da servicio a un área de cobertura distinta, representada por un hexágono en la Figura 1, y se comunica con una frecuencia específica, la frecuencia uno (F_1) o la frecuencia dos (F_2). Típicamente, F_1 y F_2 operan bien en la banda Celular (800 MHz) o bien en la banda PCS (1900 MHz). Por ejemplo, una primera estación base 12, situada en el medio de un Área Uno de Cobertura de Servicio, se comunica en una primera frecuencia F_1. Una estación móvil 10 recibe servicio de la primera estación base 12, porque está situada dentro del Área Uno de Cobertura. Cuando la estación móvil 10 se mueve desde el Área Uno de Cobertura hasta un Área Dos de Cobertura, realiza un procedimiento de traspaso desde la primera estación base 12, la estación base servidora, a una segunda estación base 14, la estación base de destino. Así, la estación móvil 10' (de la Figura 1) recibe ahora servicio de la segunda estación base 14. Es crítico que la OMTC determine el momento adecuado para iniciar un traspaso a una frecuencia distinta a la frecuencia de envío, a fin de mantener la comunicación con la estación móvil durante una llamada.

En sistemas CDMA, hay dos tipos básicos de traspasos, denominados "traspasos estrictos" y "traspasos leves". Un "traspaso leve" es un procedimiento de traspaso en el cual la estación móvil comienza las comunicaciones con una estación base de destino sin interrumpir las comunicaciones con la estación base servidora. Debido a que las estaciones móviles, típicamente, contienen sólo una radio, los traspasos leves sólo pueden utilizarse entre estaciones base con Canales de CDMA con idénticas asignaciones de frecuencia. Con referencia a la Figura 1, un procedimiento de traspaso leve se lleva a cabo cuando la estación móvil 10 viaja desde una primera Área Uno de Cobertura hacia una tercera Área Tres de Cobertura, porque la estación base 12 y una tercera estación base 16 tienen idénticas asignaciones de frecuencia, F_1.

Traspaso Estricto

Un "traspaso estricto" se define como un traspaso en el cual una estación móvil comienza la comunicación con una estación base de destino después de una interrupción momentánea en la comunicación con una estación base servidora. Se utiliza un traspaso estricto cuando las estaciones base servidoras y las estaciones base de destino tienen distintas asignaciones de frecuencia de canal CDMA. Un traspaso estricto también puede ocurrir cuando una estación base individual utiliza múltiples canales de frecuencia y conmuta la comunicación entre canales de frecuencia. La presente invención se refiere al escenario de múltiples estaciones base y, por ello, el escenario de la estación base individual no se expone aquí en detalle. Durante un traspaso estricto, el enlace de radio se interrumpe momentáneamente, porque una típica estación móvil sólo contiene una radio y, por lo tanto, sólo puede demodular una frecuencia por vez. Así, la conmutación desde los canales de CDMA de la frecuencia de la estación base servidora a los canales CDMA de la frecuencia de la estación base de destino produce una interrupción momentánea en la continuidad del enlace de radio con el sistema de comunicación CDMA. Como se muestra en la Figura 1, la primera estación base 12 tiene asignada una primera frecuencia F_1, y la segunda estación base 14 tiene asignada una segunda frecuencia F_2. Se realiza un traspaso estricto cuando la estación móvil 10 viaja desde el Área Uno de Cobertura hacia el Área Dos de Cobertura, porque la primera estación base 12 y la segunda estación base 14 operan en frecuencias distintas, F_1 y F_2, según se muestra en la Figura 1.

Las Figuras 2a-2c ilustran un procedimiento ideal de traspaso estricto entre estaciones base geográficamente adyacentes. Las estaciones base adyacentes, la estación base uno 12 y la estación base dos 14, tienen asignadas distintas adjudicaciones de frecuencia, respectivamente, F_1 y F_2. Como se muestra en la Figura 2a, la comunicación entre la estación base uno 12 y la estación móvil 10 está establecida en una frecuencia de envío (FS) 32. La frecuencia de envío es un canal de CDMA que opera en F1. La estación móvil 10 realiza una búsqueda de Frecuencia Candidata

(FC) en canales piloto, ya sea periódicamente o bien cuando se solicite desde una estación base. Durante la búsqueda de FC la estación móvil 10 determina las respectivas potencias de los canales piloto. La estación móvil 10 detecta una frecuencia candidata 34, correspondiente a la estación base dos 14, que transmite en la frecuencia F_2, y su canal piloto 40 asociado, que también transmite en la frecuencia F_2. Cuando se estima que la potencia del canal piloto 40 es suficiente, la estación móvil 10 informa de la potencia del piloto a la estación base uno 12. La estación base uno 12 inicia un procedimiento de traspaso estricto si se satisfacen ciertas condiciones (propias de la estación base).

Como se muestra en la Figura 2b, la estación móvil 10 pierde momentáneamente la comunicación con la estación base uno 12, según adquiere la estación base dos 14, porque la estación móvil 10, típicamente, es capaz de demodular sólo una frecuencia por vez. Según se muestra en la Figura 2c, la estación móvil 10 se comunica entonces con la estación base dos 14 en una nueva frecuencia 38 de envío (anteriormente conocida como la frecuencia candidata 34). La frecuencia 38 de envío opera sobre el canal F_2 de CDMA. Así, la estación móvil 10 ha sido conmutada, desde la comunicación con la estación base uno 12 en la vieja frecuencia 32 de envío (Figura 2a), que opera sobre el canal F_1 de CDMA, a la comunicación con la estación base dos 14 en la nueva frecuencia 38 de envío, que opera sobre el canal F_2 de CDMA.

Desventajosamente, un procedimiento de traspaso estricto da como resultado una probabilidad aumentada de soltar una llamada (es decir, perder una llamada) con respecto a un procedimiento de traspaso leve, debido a la dificultad de controlar la temporización del traspaso al conmutar desde la estación base servidora a la estación base de destino. Se obtiene como resultado una pérdida completa de comunicación cuando la estación base inicia un traspaso estricto demasiado temprano, basándose en mediciones informadas de la estación móvil (es decir, antes de que la estación móvil 10 esté cerca de la línea 24 de frontera de la estación base (Figuras 2a-2c)). Con referencia a la Figura 2b, supongamos por un momento que la estación base 12 inicia prematuramente un traspaso (desde la EB 12 a la EB 14) con la estación móvil 10'. Según se muestra en la Figura 2d, la estación móvil 10 sufriría por ello una pérdida completa de comunicación después de que la estación base 12 iniciara tal intento prematuro de traspaso estricto.

Un objetivo importante de las comunicaciones CDMA es reducir la probabilidad de soltar una llamada durante un procedimiento de traspaso estricto. Según el sistema de comunicación aumenta su precisión para detectar las fronteras de cobertura entre estaciones base, se reduce la probabilidad de soltar una llamada. Así, las especificaciones técnicas de la industria (p. ej., IS-95B) y los procedimientos de la técnica anterior han sido desarrollados para aumentar la precisión, determinando el mejor instante posible para iniciar los traspasos estrictos de estación móvil.

Búsqueda de Frecuencia Candidata según lo definido en IS-95B

La IS-95B requiere que la estación móvil lleve a cabo una "Búsqueda de Frecuencia Candidata" (Búsqueda de FC) para ayudar a la estación base en los procesos de traspaso estricto. Una Frecuencia Candidata (FC) se define como una frecuencia que es transmitida por una estación base que es un miembro del sistema de comunicación CDMA, y que no es la frecuencia de envío. Cada FC contiene un conjunto asociado de canales piloto. La Búsqueda de FC permite que las estaciones base determinen más precisamente cuándo está la estación móvil dentro de una buena cobertura de una estación base específica, en una frecuencia dada. Esta precisión aumentada al determinar la calidad de una señal que la estación móvil recibe desde una estación base específica ayuda al sistema de comunicación a realizar procedimientos de traspaso estricto.

Según la especificación IS-95B, en el inicio de una Búsqueda de FC del IS-95B, la estación base envía un "Conjunto de Búsqueda de Frecuencia Candidata" (Conjunto de Búsqueda de FC) a la estación móvil seleccionada. El Conjunto de Búsqueda de FC comprende un conjunto de desplazamientos de seudo ruido de piloto sobre la Frecuencia Candidata, para buscar los cuales la estación base instruye a la estación móvil. Durante una Búsqueda de FC, la estación móvil se desconecta momentáneamente de su enlace de radio en la Frecuencia de Envío (FS). Así, la comunicación con la estación base servidora se interrumpe momentáneamente. Después de que la estación móvil se desconecta de la FS, sintoniza con la FC y mide la energía de entrada recibida y las potencias de señal de los canales piloto especificados en el Conjunto de Búsqueda de FC. Durante una etapa final de la Búsqueda de FC, la estación móvil vuelve a sintonizar la FS (es decir, la estación base servidora) e informa de los canales piloto que han recibido potencias de señal que superan un umbral predefinido.

El estándar IS-95B ha definido dos tipos de búsquedas de FC, la Búsqueda Única de Frecuencia Candidata y la Búsqueda Periódica de Frecuencia Candidata. La Búsqueda Única de FC ocurre cuando la estación móvil es instruida para realizar sólo una búsqueda del Conjunto de Búsqueda de FC. Puede realizarse una única búsqueda durante una o más visitas a la FC. La Búsqueda Periódica de FC ocurre cuando la estación móvil es instruida para realizar búsquedas del Conjunto de Búsqueda de FC en un periodo cíclico especificado por la estación base. De esta manera, la Búsqueda Periódica de FC puede pensarse como un conjunto de múltiples Búsquedas Únicas de FC realizadas en periodos cíclicos específicos. Los detalles de un flujo de llamada de Búsqueda Única de FC del IS-95B se dan a continuación en la Tabla 1.

Ejemplo de una Búsqueda Única de Frecuencia Candidata CDMA de IS-95B durante una Llamada típica

TABLA 1

Ejemplo de Flujo de Llamada de Búsqueda de Frecuencia Candidata de IS-95B

Estación Móvil (EM)		Estación Base (EB)
* Enlace Directo y enlace Inverso ya establecidos entre estación móvil y estación base servidora	Canal de >Tráfico Inverso> Canal de <Tráfico Directo<	* Enlace Directo y enlace Inverso ya establecidos entre estación móvil y estación base servidora
	Canal de <Tráfico Directo<	* Envía parámetros de Búsqueda de FC, incluyendo el Conjunto de Búsqueda de Frecuencia Candidata (FC)
* Responde con sus capacidades de búsqueda	Canal de >Tráfico Inverso>	
* Realiza *Procedimientos de Visita Única*, según lo siguiente:	Canal de <Tráfico Directo<	* Solicita una Búsqueda Única
* Almacena parámetros de Frecuencia de Envío (FS)		
* Interrumpe la operación en FS		* Enlace de radio con EM interrumpido
* Sintoniza la FC y mide energía de entrada		* Enlace de radio con EM interrumpido
* Puede abortar la visita si la diferencia entre la energía de entrada de la FS y la energía de entrada de la FC es menor que un umbral predeterminado		* Enlace de radio con EM interrumpido
* Mide Ec / Io (potencia de señal) para todos, o algunos de, los pilotos en el conjunto de búsqueda de FC		* Enlace de radio con EM interrumpido
* Sintoniza la FS y restaura parámetros de FS		
* Repite *Procedimientos de Visita Única*, si es necesario, hasta que se midan todos los pilotos en el Conjunto de Búsqueda de FC	Canal de >Tráfico Inverso>	* Enlace de radio con EM recuperado

* Envía informe de todos los datos dentro del periodo de tiempo del Intervalo de Validez		* Recibe datos de medición de piloto y decide si iniciar o no un traspaso estricto

La Tabla 1 muestra los requisitos funcionales de una Búsqueda Única de Frecuencia Candidata, según se define en el IS-95B. En este ejemplo, una llamada ya está en marcha, y así, ya están establecidos un enlace directo y un enlace inverso entre la estación móvil (EM) y la estación base (EB). Como se muestra en la Tabla 1, la estación base envía parámetros de búsqueda de FC a la estación móvil por el canal de tráfico directo. Estos parámetros incluyen el Conjunto de Búsqueda de FC. El "Intervalo_de_Validez" se define como el periodo total de tiempo en que la estación base permitirá que la estación móvil busque canales piloto antes de informar a la estación base. La estación móvil transmite entonces un mensaje de vuelta a la estación base, informando de sus capacidades de búsqueda. Después de evaluar las capacidades de búsqueda de la estación móvil, la estación base solicita una Búsqueda Única de FC. Una Búsqueda Única de FC puede consistir en múltiples visitas a la FC por parte de la estación móvil.

Con referencia a la Tabla 1, el Procedimiento de Búsqueda Única comienza al almacenar la estación móvil los parámetros de la Frecuencia de Envío, a fin de volver a la FS después de sintonizar las Frecuencias Candidatas. La estación móvil abandona la operación en la FS y, por ello, interrumpe las comunicaciones por su enlace de radio (es decir, el enlace inverso) con la estación base. El enlace de radio de la estación base (es decir, el canal directo) es interrumpido de manera similar (es decir, la estación base transmite una señal, pero la estación móvil no recibe la señal). Por lo tanto, hasta que la estación móvil resintonice nuevamente la FS, la llamada estará interrumpida. La estación móvil puede programar la Búsqueda Única de FC en múltiples visitas a la FC, a fin de que una interrupción no sea perceptible para un usuario. Un usuario puede o no percibir una interrupción, según la duración de la interrupción. Típicamente, un usuario no percibirá una interrupción de menos de 60 milisegundos. Después de que la estación móvil abandona la operación en la FS, sintoniza la Frecuencia Candidata. Después de sintonizar la FC, la estación móvil mide la energía de entrada de la FC. Si la energía de entrada de la FC es relativamente baja, en comparación con la energía de entrada de la FS, entonces la estación móvil puede abortar la sintonización con la FC. Si la estación móvil continúa la búsqueda en la FC, mide el Ec/Io (es decir, la potencia de señal) para todos, o algunos de, los pilotos en el Conjunto de Búsqueda de FC. La estación móvil resintoniza la FS y restaura los parámetros de FS a fin de continuar la llamada. La estación móvil repite la visita a la FC en un intervalo programado de la EM, hasta que todos los pilotos en el conjunto de búsqueda de la FC hayan sido medidos. La estación móvil envía entonces un informe, sólo de las mediciones de datos de piloto por encima de un umbral predeterminado, a la estación base. Finalmente, la estación base decide si iniciar o no un traspaso estricto basándose en las potencias recibidas de señal piloto.

Una desventaja de la técnica de Búsqueda de FC de la IS-95B es la degradación de la calidad de voz, debida a la interrupción del enlace de radio con la estación base durante la sintonización de FC. Normalmente, un usuario no percibe esta interrupción, debido a su breve duración (p. ej., 60 milisegundos). Sin embargo, un aumento en el número de canales piloto en el Conjunto de Búsqueda de FC causa que la EM interrumpa su enlace de radio con la estación base servidora durante periodos mayores. La degradación en la calidad de voz ocurre por ello. En áreas densas de servicio se requiere buscar un número relativamente grande de canales piloto. Por ello, es deseable aumentar el número de mediciones de piloto tomadas durante las Búsquedas de FC, reduciendo a la vez la interferencia con, y la degradación de, la calidad de voz.

Técnica Anterior - Procedimiento de Faro de Frecuencia

Un intento de la técnica anterior para resolver los problemas de degradación de llamada del traspaso estricto utiliza faros de frecuencia. Este intento de la técnica anterior añade un faro de frecuencia a una estación base que opera en una frecuencia distinta a la de una estación base adyacente. El faro de frecuencia de la técnica anterior sólo transmite señales piloto. Por ejemplo, con referencia nuevamente a la Figura 1, la estación base dos 14 opera en el canal F_2 de CDMA, y la estación base adyacente uno 12 opera en el canal F_1 de CDMA. Los intentos de la técnica anterior incluyen un faro de frecuencia con la estación base dos 14. La estación base dos 14 transmite un canal faro por el canal F_1 de CDMA.

Un ejemplo de sistema de la técnica anterior, que utiliza faros de estación base, se muestra como si operase en condiciones ideales en las Figuras 3a-3c. Según se muestra en la Figura 3a, la estación base dos 14 tiene un faro 18 de frecuencia. La estación base dos 14 transmite un canal faro 36 que opera sobre un canal F_1 de CDMA. La estación base dos 14 opera sus canales de comunicación en una frecuencia F_2, mientras que la estación base adyacente 12 opera sus canales de comunicación en una frecuencia F_1. Como se muestra en la Figura 3a, la estación base uno 12 y la estación móvil 10 establecen enlaces directo e inverso en una frecuencia 32 de envío. La frecuencia 32 de envío opera en el canal F_1 de CDMA. Al detectar el canal faro 36 transmitido por la frecuencia faro 18, el sistema de comunicación detecta que la estación móvil 10 está cerca de la estación base dos 14. En condiciones ideales, esta detección ocurre sin

que la estación móvil 10 corte su enlace de radio con la estación base uno 12. El enlace de radio es continuo, porque tanto el canal faro 36 como la frecuencia 32 de envío operan en F_1. Cuando la potencia del canal faro 36 es suficiente, la estación base uno 12 inicia un procedimiento de traspaso estricto para la estación móvil 10.

Según se muestra en la Figura 3b, durante un procedimiento de traspaso estricto, la estación móvil 10 pierde momentáneamente la comunicación tanto con la estación base uno 12 como con la estación base dos 14, porque la estación móvil 10 es capaz de demodular sólo una frecuencia a la vez. Como se muestra en la Figura 3c, después del traspaso estricto, la estación móvil 10 se comunica con la estación base dos 14 en una nueva frecuencia 38 de envío, que opera en el canal F_2 de CDMA. De esta manera, después de los traspasos estrictos, la estación móvil 10 es conmutada desde la comunicación con la estación base uno 12 en la vieja FS 32 (que opera en el canal F_1 de CDMA) a la comunicación con la estación base dos 14 en la nueva FS 38 (que opera en el canal F_2 de CDMA). En las condiciones ideales ilustradas, la estación móvil 10 interrumpe la comunicación por enlace de radio con el sistema de comunicación sólo por unos pocos milisegundos. Esta magnitud relativamente pequeña de tiempo permite que la estación base dos 14 y la estación móvil 10 establezcan un enlace de radio sin soltar la llamada. Sin embargo, en el mundo real, las condiciones rara vez son ideales.

Desventajosamente, al operar en condiciones no ideales, como las que existen en los típicos entornos de sistemas móviles, los procedimientos de faro de frecuencia de la técnica anterior pierden llamadas ocasionalmente. En entornos operativos típicos, las líneas de frontera de cobertura de estaciones base son a menudo muy complejas. Los entornos operativos tales como la configuración de carreteras, la dirección de viaje y la interferencia por propagación de los edificios, montañas y similares, causan que las fronteras de estaciones base sean difíciles de identificar. Debido a estas complejas fronteras de estaciones base, las estaciones móviles pueden informar de una buena potencia de un faro de frecuencia, pero en el momento en que la estación base inicie un traspaso estricto, la estación móvil ya no está en buenas condiciones de cobertura. Desventajosamente, este error da como resultado llamadas perdidas.

Los procedimientos de faro de la técnica anterior, anteriormente descritos, operando en condiciones ideales, se muestran en las Figuras 4a-4c operando en condiciones típicas del mundo real. Según se muestra en la Figura 4a, la línea 24 de frontera de estación base es muy compleja, debido a las condiciones operativas del mundo real. La estación base dos 14 utiliza el procedimiento de faro de frecuencia de la técnica anterior, previamente descrito con referencia a las Figuras 3a-3c. Según lo descrito anteriormente, la estación base uno 12 y la estación móvil 10 establecen enlaces directo e inverso en una frecuencia 32 de envío que transmite por el canal F_1 de CDMA. Al detectar el canal faro 36, el sistema de comunicación determina que la estación móvil 10 está cerca de la estación base dos 14. El sistema realiza esta determinación sin cortar el enlace de radio con la estación base uno 12. El enlace de radio se mantiene porque tanto el canal faro 36 como la frecuencia 32 de envío operan en el mismo canal F_1 de frecuencia CDMA. Cuando el canal faro 36 es suficientemente potente, la estación móvil 10 informa de la potencia piloto a la estación base, que inicia un procedimiento de traspaso estricto.

Como se muestra en la Figura 4b, la estación móvil 10 se acerca a la línea 24 de frontera de la estación base; sin embargo, debido a que la línea 24 de frontera es compleja en entornos del mundo real, la estación móvil 20 no ingresa en el área de cobertura de la estación base dos 14. La estación móvil 10, por lo tanto, pierde completamente la comunicación, tanto con la estación base uno 12 como con la estación base dos 14, debido al procedimiento de traspaso estricto. Como se muestra en la Figura 4c, la estación móvil 10 permanece dentro del área de cobertura de la estación base uno 12; sin embargo, la llamada queda interrumpida debido al procedimiento erróneo de traspaso estricto.

Otra desventaja de los procedimientos de faro de frecuencia de la técnica anterior son los costes crecientes asociados a la necesidad de equipar múltiples estaciones base con faros de frecuencia. La técnica anterior requiere hardware adicional a fin de operar un faro de frecuencia en cada estación base. Normalmente, un sistema de comunicación CDMA da servicio a una gran área geográfica (p. ej., el Condado de San Diego), que puede requerir cien o más estaciones base. En tal sistema, la mayoría de las estaciones base requerirían un faro de frecuencia, porque es sumamente probable que una estación base dada linde con al menos otra estación base que opera en una frecuencia distinta. Así, el coste de equipar todas estas estaciones base con faros de frecuencia puede resultar prohibitivo.

Otro inconveniente más de los intentos de la técnica anterior es la degradación de la calidad de voz en la estación móvil, causada por el empleo de múltiples faros de frecuencia. Un faro de frecuencia aumenta la interferencia en el sistema de comunicación, porque transmite en la misma frecuencia que la frecuencia de envío. Esta interferencia aumentada se exacerba según la estación móvil se aproxima a la línea de frontera entre estaciones base adyacentes. La interferencia aumentada da como resultado mala calidad de voz en la estación móvil.

Otro inconveniente más de los intentos de la técnica anterior es la no conformidad con el estándar IS-95B, que requiere que se realice una Búsqueda de FC antes de llevar a cabo un traspaso estricto. Como se ha afirmado anteriormente, la Búsqueda de FC del IS-95B requiere una pérdida momentánea del enlace de radio. Esta pérdida momentánea puede dar como resultado una degradación de la calidad de voz. Así, es deseable aumentar el número de pilotos medidos durante una Búsqueda de FC, reduciendo a la vez la interferencia con la calidad de voz. También es deseable iniciar un procedimiento de traspaso estricto con una reducción de la probabilidad de perder llamadas. Es deseable llevar a cabo tal técnica de búsqueda de FC sin aumentar el coste ni afectar adversamente la capacidad del sistema de comunicación. La presente invención proporciona tal procedimiento y aparato, que aborda estas necesidades proporcionando una Búsqueda de FC con una estrategia para visitar canales piloto que aumenta el número de pilotos medidos,

reduciendo a la vez la degradación de la calidad de voz. La presente invención también proporciona un mecanismo para determinar el canal piloto más potente que esté disponible.

También se reclama atención a la Patente Estadounidense 6.078.570, que describe un procedimiento para un traspaso estricto para un sistema CDMA. Más específicamente, esta patente describe traspasos asistidos de móvil entre estaciones base, utilizando distintas frecuencias portadores en un sistema celular de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA). Según esta patente, una estación móvil realiza mediciones de traspaso en transmisiones del enlace directo de estaciones base CDMA candidatas al traspaso, donde las transmisiones del enlace directo se transmiten en una frecuencia portadora que difiere de la frecuencia portadora del enlace directo de la estación base actual. Las mediciones de traspaso se llevan a cabo durante tramas seleccionadas de transmisión que definen periodos de transmisión en el enlace inverso por parte de la estación móvil. Durante el tiempo de medición en la trama de transmisión seleccionada, la estación móvil no recibe (punza) datos enviados a ella por el enlace directo, y no transmite datos por el enlace inverso.

Según la presente invención, se proporciona un procedimiento para programar una búsqueda de frecuencias candidatas, según lo estipulado en la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas de la presente invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

Resumen de la invención

La presente invención es un procedimiento y aparato novedosos para realizar búsquedas de frecuencia candidata en un sistema digital de comunicación inalámbrica. La presente invención lleva a cabo esta búsqueda de frecuencia candidata sin degradar perceptiblemente la calidad de voz. Las dos funciones primarias del procedimiento y aparato de búsqueda de frecuencia candidata (FC) son: (1) detectar el canal piloto más potente en la frecuencia candidata en el área de la estación móvil; y (2) mantener una calidad adecuada de voz durante la búsqueda de FC. El presente procedimiento y aparato de búsqueda de frecuencia candidata logra estas dos funciones primarias utilizando un procedimiento en dos etapas.

Una Técnica de "Programación de Etapa Uno" determina preferiblemente la mejor estrategia para visitar frecuencias candidatas. Una vez que está determinada la mejor estrategia, la información de la Etapa Uno se pasa a un Procedimiento de "Búsqueda de Etapa Dos". El Procedimiento de Búsqueda de Etapa Dos utiliza esta información al visitar frecuencias candidatas. Durante la Etapa Dos, se procesan los parámetros de búsqueda y se emplea la información recogida al visitar frecuencias candidatas. Los canales piloto en la frecuencia candidata con potencias relativamente altas son apuntados por el sistema, para su posible uso al realizar un procedimiento de traspaso.

La presente invención reduce la probabilidad de perder o soltar una llamada, por medio de un novedoso procedimiento para detectar pilotos de frecuencia candidata. La presente invención ayuda a una estación móvil a detectar los pilotos potentes de FC en dos etapas: (1) se determina una programación para la mejor estrategia de visita de canales piloto; y (2) se implementa un procedimiento de búsqueda para determinar el canal piloto potente. Estas dos etapas de la presente invención permiten a una EM detectar los pilotos potentes de FC y mantener una calidad adecuada de voz durante la Búsqueda de FC.

La Técnica de Programación de la Etapa Uno de la presente invención determina la mejor estrategia para que una estación móvil (EM) visite la Frecuencia Candidata, reduciendo a la vez la interrupción del enlace directo. En un ejemplo de realización de la presente invención, la mejor estrategia para visitar Frecuencias Candidatas está representada por los valores de datos Tv, Nmpv y Nv, que se entregan a los Procedimientos de Búsqueda de la Etapa Dos para visitar frecuencias candidatas. Tv se define como el periodo de visitas sucesivas a la frecuencia candidata. Nmpv se define como el número de mediciones por visita. Nv se define como el número de visitas durante el Intervalo_de_Validez (definido anteriormente). Los valores de datos Tv, Nmpv y Nv se calculan a partir de las capacidades de búsqueda de la estación móvil, los requisitos de precisión de medición de piloto y los requisitos de optimización de calidad de voz.

En el ejemplo de realización de la Técnica de Programación de la Etapa Uno, la estación base intercambia información de parámetros con la estación móvil. Estos parámetros son recibidos en forma de mensajes de datos según el estándar IS-95B. La estación móvil utiliza la información de parámetros para determinar la mejor programación para una búsqueda de frecuencia candidata.

En una realización alternativa de la Técnica de Programación de la Etapa Uno, la estación móvil determina la información de parámetros. Según esta realización alternativa, la estación móvil no interactúa con la estación base durante la Técnica de Programación de la Etapa Uno.

En otra realización alternativa más, la estación base lleva a cabo la Técnica de Programación de la Etapa Uno sin interactuar con la estación móvil. Según esta realización alternativa, la estación base calcula los valores Tv, Nmpv y Nv producidos por la Técnica de Programación de la Etapa Uno. Luego, la estación base proporciona esta información a la estación móvil para la Técnica de Programación de la Etapa Dos.

Las dos etapas de la presente invención cooperan para ayudar a cualquier sistema de comunicación inalámbrica a realizar un traspaso estricto. La presente invención lo hace sin degradar perceptiblemente la calidad de voz.

Los detalles de las realizaciones preferidas y alternativas de la presente invención se estipulan en los dibujos adjuntos y en la descripción a continuación. Una vez que se conozcan los detalles de la invención, numerosas innovaciones y cambios adicionales serán obvias para el versado en la técnica.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra un ejemplo de sistema de comunicación CDMA que puede adaptarse para su empleo por el presente procedimiento y aparato de búsqueda de frecuencia candidata.

La Figura 2a muestra la etapa inicial de un procedimiento de traspaso estricto, según una unidad móvil se aproxima a una línea de frontera entre dos estaciones base en un sistema de comunicación CDMA.

La Figura 2b muestra la interrupción en la continuidad del enlace de radio durante un procedimiento de traspaso estricto en un sistema de comunicación CDMA.

La Figura 2c muestra una estación móvil moviéndose entre áreas de cobertura de estación base durante un procedimiento de traspaso estricto en un sistema de comunicación CDMA.

La Figura 2d muestra una estación móvil moviéndose hacia una nueva área de cobertura durante un procedimiento frustrado de traspaso estricto.

Las Figuras 3a-3c ilustran movimientos de una estación móvil durante procedimientos de traspaso estricto de la técnica anterior, utilizando el bien conocido procedimiento de faro de frecuencia.

Las Figuras 4a-4c muestran los problemas experimentados por el procedimiento de faro de frecuencia de la técnica anterior para realizar procedimientos de traspaso estricto en condiciones del mundo real.

La Figura 5 muestra un diagrama en bloques de un ejemplo de estación móvil que puede adaptarse para su empleo por el presente procedimiento y aparato de búsqueda de frecuencia candidata.

La Figura 6 muestra un diagrama en bloques de un ejemplo de estación base que puede adaptarse para su empleo por el presente procedimiento y aparato de búsqueda de frecuencia candidata.

La Figura 7 ilustra una secuencia temporal que puede utilizarse al realizar Búsquedas de Frecuencia Candidata (FC) en múltiples visitas.

La Figura 8 muestra un diagrama de flujo de un ejemplo de realización de la técnica de programación de frecuencia candidata de la presente invención.

Las Figuras 9a-9b muestran un diagrama de flujo de un ejemplo de realización del procedimiento de búsqueda de frecuencia candidata de la presente invención.

Los números de referencia y denominaciones iguales en los diversos dibujos indican elementos iguales.

Descripción detallada de la invención

A lo largo de esta descripción, la realización preferida y los ejemplos mostrados deberían considerarse como ejemplares, antes que como limitaciones de la presente invención.

El procedimiento y aparato de la presente invención disminuye la probabilidad de degradar y perder una llamada durante un traspaso estricto. La presente invención logra esta disminución sin degradar perceptiblemente la calidad de voz. La función primaria del procedimiento y aparato de búsqueda de frecuencia candidata de la presente invención es medir todos los pilotos en un Conjunto de Búsqueda de FC, manteniendo a la vez la calidad de voz durante la búsqueda de FC. El procedimiento y aparato de búsqueda de frecuencia candidata de la presente invención logra la función primaria por medio de un proceso en dos etapas.

La presente invención ayuda a una EM a detectar el piloto más potente en un Conjunto de Búsqueda de FC en dos etapas: (1) se determina primero un plan para la mejor estrategia para visitar canales piloto; y (2) se implementa un procedimiento de búsqueda para medir todos los pilotos en un Conjunto de Búsqueda de FC. En la primera etapa, se determina el plan de la mejor estrategia a partir de diversos valores de sistema, tales como las capacidades de búsqueda de la estación móvil y el tamaño del Conjunto de Búsqueda de FC. En la segunda etapa, se implementa el procedimiento de búsqueda utilizando la potencia de señal, las mediciones de la energía de entrada y valores de sistema tales como la potencia mínima de umbral y los conjuntos de búsqueda de FC. Estas dos etapas de la presente invención permiten a una EM medir todos los pilotos en el Conjunto de Búsqueda de FC y mantener una calidad de voz adecuada durante la Búsqueda de FC.

El presente procedimiento inventivo y aparato está principalmente concebido para su empleo en sistemas de comunicación CDMA. Se describe aquí un ejemplo de sistema de comunicación CDMA adaptado para su empleo en el

presente procedimiento y aparato de búsqueda de frecuencia candidata. Sin embargo, puede utilizarse cualquier sistema conveniente de comunicación inalámbrica, mientras la estación móvil sea capaz de medir las potencias de señal de radiofrecuencia y la energía de entrada.

En un ejemplo de realización, la presente invención cumple el requisito del estándar IS-95B para que se complete una Búsqueda de Frecuencia Candidata antes de iniciar un traspaso estricto. Aunque el ejemplo de realización de la presente invención es conforme a la especificación IS-95B, no está limitado para su empleo en sistemas de comunicación inalámbrica de CDMA, y puede utilizarse en cualquier sistema de comunicación inalámbrica donde tengan lugar procedimientos de traspaso estricto. Los ejemplos de tales sistemas de comunicación inalámbrica incluyen sistemas de comunicación inalámbrica por satélite y sistemas de comunicación inalámbrica óptica.

La presente invención puede utilizarse en cualquier sistema de comunicación inalámbrica donde es deseable disminuir la probabilidad de perder llamadas y de degradar el servicio durante un traspaso estricto. Debería ser obvio para el versado en la técnica de la comunicación inalámbrica que pueden utilizarse procedimientos alternativos para realizar una Búsqueda de FC sin apartarse del ámbito de la presente invención.

Un Ejemplo de Sistema de Comunicación CDMA Adaptado para su empleo en el Presente Procedimiento y Aparato de Búsqueda de Frecuencia Candidata

El presente procedimiento inventivo y aparato está principalmente concebido para su empleo en un sistema de comunicación de CDMA. Sin embargo, esta descripción del sistema no se concibe como una limitación para la presente invención, ya que la invención puede emplearse en cualquier sistema de comunicación inalámbrica que realice traspasos estrictos. La Figura 1 muestra un ejemplo de sistema de comunicación CDMA adaptado para su empleo en el presente procedimiento y aparato de búsqueda de frecuencia candidata. Como se muestra en la Figura 1, el ejemplo de sistema de comunicación CDMA comprende una estación móvil 10 y una oficina de conmutación de telecomunicaciones móviles (OCTM) 20, que controla una pluralidad de estaciones base 12, 14, 16, etc. Un ejemplo de sistema de comunicación CDMA de la técnica anterior se describe en la Patente Estadounidense Nº 4.901.307, concedida el 13 de febrero de 1990 a Gilhousen *et al*, y transferida al cesionario de la presente invención. Puede utilizarse cualquier otro sistema conveniente de comunicación inalámbrica, siempre que la estación móvil 10 sea capaz de medir la potencia de señal de frecuencia y la energía de entrada.

Como se ha descrito anteriormente con referencia a la Figura 1, y como se describe en detalle en la Patente Estadounidense Nº 5.848.063. un procedimiento de traspaso tiene lugar cuando una estación base 12 determina que una estación móvil 10 está cruzando la frontera entre un área de cobertura y otra. La estación base 12 y la estación móvil 10 miden la potencia de señal recibida y la energía de entrada de los canales piloto, a fin de determinar las fronteras de estación base y las áreas de cobertura. Cuando la estación base 12 determina erróneamente que la estación móvil 10 está cruzando una frontera de estación base, con frecuencia se inicia un traspaso demasiado temprano o demasiado tarde, lo que tiene como resultado una probabilidad aumentada de perder la llamada. El estándar IS-95B ofrece un procedimiento para mejorar la probabilidad de completar con éxito un traspaso estricto en un sistema de comunicación inalámbrica. La presente invención aumenta la probabilidad de completar con éxito un traspaso estricto sin comprometer perceptiblemente la calidad de voz.

Según se muestra en la Figura 1, la estación móvil 10 está colocada en un automóvil. Sin embargo, esto no se concibe como una limitación de la presente invención, y la estación móvil 10 también puede colocarse dentro de una unidad de mano, de una unidad de auriculares, o de cualquier configuración de estación móvil que sea bien conocida en la técnica. Según se describe en más detalle más adelante, La Figura 5 muestra un diagrama en bloques de un ejemplo de estación móvil adaptada para su empleo con el presente procedimiento de búsqueda de frecuencia candidata. Como también se describe en más detalle más adelante, la Figura 6 muestra un diagrama en bloques de un ejemplo de estación base adaptada para su empleo con el presente procedimiento de búsqueda de frecuencia candidata. Utilizando el procedimiento y aparato de la presente invención, la estación móvil 10 mide todos los pilotos en el Conjunto de Búsqueda de FC, manteniendo a la vez una calidad adecuada de servicio. La estación móvil informa de estas mediciones a una estación base, y la estación base determina si se requiere o no un traspaso y, en ese caso, los mejores pilotos en el Conjunto de Búsqueda de FC para el traspaso.

Como se muestra en la Figura 5, y como se describe en más detalle en la Patente Estadounidense Nº 4.901.307, la estación móvil 10 de la presente invención incluye preferiblemente una antena 201 acoplada electrónicamente con un transmisor 203 y un receptor 205, un circuito 217 de lógica y una unidad 215 de control. El circuito 217 de lógica incluye preferiblemente un modulador/demodulador/descodificador 207, un codificador, o codificador-descodificador de voz (VOCODER/CÓDEC) 209, una unidad 213 de memoria y una unidad central 211 de procesamiento (CPU). El procedimiento de la presente invención comprende preferiblemente instrucciones en software o firmware que son ejecutadas por la CPU 211 (p. ej., un microprocesador) u otro dispositivo de procesamiento de datos o de secuenciación, colocado dentro de la estación móvil 10. Alternativamente, el procedimiento puede comprender instrucciones en software o firmware que son ejecutadas por cualquier dispositivo de secuenciación conveniente o deseable, tal como una máquina de estados, lógica discreta de estado presente y estado siguiente, o un dispositivo de formación de compuertas programables en el terreno. En otra realización alternativa, el presente procedimiento de búsqueda de FC se implanta en hardware en la estación móvil 10 y se implementa utilizando dispositivos de lógica discreta, dispositivos integrados a gran escala (LSI), dispositivos integradas a muy gran escala (VLSI) o dispositivos de circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC). Los componentes individuales (p. ej., la unidad 215 de control) de la estación

móvil 10 operan de manera bien conocida y, por tal motivo, no se describen aquí en detalle. La estación móvil 10 transmite y recibe datos de la estación base 12, mientras se halla dentro del área de cobertura de la estación base 12.

Según se muestra en la Figura 6 y se describe en más detalle en la Patente Estadounidense Nº 4.901.307, la estación base 12 de la presente invención incluye preferiblemente un controlador celular 319, electrónicamente conectado con una unidad transmisora/receptora 321, un zócalo 315 de canal y un receptor 317 del Satélite de Localización Global (GPS). La unidad transmisora/receptora 321 comprende preferiblemente una antena transmisora 301, electrónicamente acoplada con un transmisor 303, una antena receptora 302, electrónicamente acoplada con un receptor 305, un filtro 307, un amplificador 309 de potencia, un amplificador 311 de ruido bajo y un zócalo transceptor 313. Los componentes individuales de la estación base 12 son bien conocidos en la técnica y, por tal motivo, sólo se describen brevemente. El zócalo 315 de canal aloja múltiples elementos de canal, cada uno de los cuales puede configurarse como un canal de tráfico o como un canal de sobregasto. El receptor 317 de GPS proporciona la temporización al sistema. El zócalo transceptor 313 superconvierte la señal de salida desde el zócalo 315 de canal y subconvierte la señal recibida desde el receptor 305. El enlace directo desde el zócalo transceptor 313 atraviesa el amplificador 309 de alta potencia y el filtro 307 hasta la antena transmisora 301. El enlace inverso comienza en la antena receptora 302 y atraviesa el filtro 307 y el amplificador 311 de ruido bajo. La señal del enlace inverso es subconvertida en el zócalo transceptor 313 e ingresada al zócalo 315 de canal. El controlador celular 319 ayuda a realizar estas complejas tareas.

El controlador celular 319 gestiona la operación de la estación base 12 dentro del sistema de comunicación CDMA. El controlador celular 319 mantiene el estado de servicio de las entidades de hardware y software dentro de la estación base 12, asigna y configura recursos para el tráfico de llamadas, recoge información estadística acerca de la operación de la célula, monitoriza los dispositivos subordinados en busca de fallos detectados, y distribuye algunos aspectos de la información de temporización. El controlador celular 319 también controla el multiplexado de los elementos de canal desde la OCTM 20. El controlador celular 319 controla los procedimientos de traspaso entre la estación móvil 10, la estación base servidora 12 y la estación base 14 de destino.

El procedimiento de la presente invención comprende preferiblemente instrucciones de software o firmware que son ejecutadas por el controlador celular 319 (p. ej., un microprocesador) o por otro dispositivo de procesamiento de datos o secuenciación, colocado dentro de la estación base 12. Alternativamente, el procedimiento puede comprender instrucciones de software o firmware que son ejecutadas por cualquier dispositivo de secuenciación conveniente o deseable, tal como una máquina de estados, un circuito de lógica discreta de estado actual y estado siguiente, o un dispositivo de formación de compuertas programable en el terreno.

La presente invención comprende preferiblemente un proceso en dos etapas para disminuir la probabilidad de perder llamadas durante los procedimientos de traspaso estricto. La disminución de la probabilidad de llamadas perdidas se hace posible al utilizar el novedoso procedimiento de realizar una búsqueda de Frecuencia Candidata. La presente invención ayuda a las estaciones móviles a medir todos los pilotos en un Conjunto de Búsqueda de FC. La presente invención se implementa, preferiblemente, en dos etapas: (1) se determina un plan para la mejor estrategia para visitar canales piloto; y (2) un procedimiento de búsqueda para medir todos los pilotos en un Conjunto de Búsqueda de FC. Estas dos etapas de la presente invención permiten a una EM detectar los pilotos potentes de FC y mantener una calidad adecuada de voz durante la Búsqueda de FC. Las dos etapas se describen ahora en más detalle.

Etapa Uno

Técnica de Programación para Determinar la Mejor Estrategia para Visitar Frecuencias Candidatas

La técnica de programación de la presente invención determina la mejor estrategia para que una estación móvil visite Frecuencias Candidatas reduciendo a la vez la interrupción en el enlace directo. La mejor estrategia para visitar Frecuencias Candidatas está representada por los valores de datos Tv, Nmpv y Nv, que se entregan a los Procedimientos de Búsqueda de la Etapa Dos para visitar la frecuencia candidata. Tv se define como el periodo de visitas sucesivas a la frecuencia candidata. Nmpv se define como el número de mediciones por visita. Nv se define como el número de visitas durante el Intervalo_de_Validez (descrito en más detalle más adelante). Los valores de datos Tv, Nmpv y Nv se calculan a partir de las capacidades de búsqueda de las estaciones móviles, los requisitos de precisión de la medición del piloto y los requisitos de optimización de la calidad de voz.

La Figura 7 ilustra una secuencia temporal utilizada para una Búsqueda de FC en múltiples visitas. La secuencia temporal comienza en el momento "Hora_de_Acción", que se define como la hora en que deben comenzar las acciones de Búsqueda de FC. La "Hora_de_Informe" se define como una hora en que deben acabar las acciones de Búsqueda de FC y, por ello, la hora en que las mediciones se completan, y se informan, o no. Tanto la Hora_de_Acción como la Hora_de_Informe son horas que son especificadas por la EM o la EB, con fines de temporización del sistema. El "Intervalo_de_Validez" se define como el intervalo que comienza a la Hora_de_Acción, dentro del cual la EM debe completar la Búsqueda de FC. La variable Máx_Tiempo_Desconectada se define como el máximo periodo de tiempo que se permite que la estación móvil permanezca alejada de la frecuencia de envío, antes de que se incurra en efectos adversos inaceptables sobre la calidad de voz. El Intervalo_de_Validez está definido por la especificación IS-95B. Alternativamente, el Intervalo_de_Validez puede ser determinado por la EM o la EB. El Máx_Tiempo_Desconectada se determina utilizando cualquier método bien conocido para calcular la calidad adecuada de voz. T_hw se define

como el tiempo requerido por el hardware de la estación móvil para sintonizar una frecuencia distinta. T_sw se define como el tiempo empleado por el software y hardware de la estación móvil para medir la potencia de pilotos en la frecuencia candidata durante cada visita. Tanto T_hw como T_sw dependen de las capacidades de la EM, y pueden ser recogidos por la EM o EB por medio de una comprobación del sistema, una tabla de búsqueda predeterminada o por medio de una entrada del usuario.

La técnica de programación de la presente invención utiliza otros valores de datos, que no se muestran en la Figura 7, para ayudar en el cálculo de Tv, Nmpv y Nv. Un tal valor de datos, Tm, se define como el tiempo necesario para hacer una medición de piloto. El valor del dato Tm depende de las capacidades de la EM y puede ser recogido por la EM o EB por medio de una comprobación del sistema, una tabla de búsqueda predeterminada, o una entrada del usuario. Nm se define como el número de veces que debe medirse un piloto, según la precisión deseada en la medición del piloto. Nm se determina con cualquier método bien conocido para calcular la precisión de la medición del piloto. Rdesconectada se define como el porcentaje de tiempo, durante el Intervalo_de_Validez, que la estación móvil permanece alejada de la FS. El Rdesconectada se determinado con cualquier método bien conocido para calcular la degradación aceptable de la calidad de voz. Una variable "Tamaño_de_ Búsqueda" se define como el tamaño del Conjunto de Búsqueda de FC, y es especificado por el número total de canales piloto a buscar durante la búsqueda de FC. El Tiempo_de_Búsqueda se define como la estimación del periodo total de tiempo, en segundos, durante el cual la estación móvil necesitará suspender su procesamiento actual del Canal de Tráfico Directo e Inverso a fin de sintonizar la FC. El Tiempo_de_Búsqueda es directamente proporcional al Tamaño_de_Búsqueda.

Las etapas necesarias para implementar la Técnica de Programación de la Etapa Uno de la presente invención se resumen en lo siguiente:

Etapa A - Obtener valores preliminares de datos de traspaso.

Etapa B - Determinar valores preliminares de datos a partir de los requisitos de precisión de medición de piloto.

Etapa C - Determinar valores preliminares de datos a partir de los requisitos de calidad de voz.

Etapa D - Determinar valores preliminares de datos a partir de las capacidades de búsqueda de la Estación Móvil.

Etapa E - Determinar Tv, Nmpv y Nv según la calidad de voz. Si la calidad de voz está aprobada, fijar entonces Tv, Nmpv y Nv para múltiples visitas. En caso contrario, fijar Tv, Nmpv y Nv para una única visita.

Etapa F - Entregar los valores de datos de Tv, Nmpv y Nv a la segunda etapa de procesamiento de la presente invención.

La técnica de programación de la presente invención puede llevarse a cabo bien en la EM o bien en la EB. En una realización, la estación móvil determina la mejor programación para visitar una FC durante una Búsqueda de FC, sin ninguna interacción con la EB. Alternativamente, la EB determina por sí sola la mejor programación. En una realización preferida, la EM y la EB interactúan juntas para determinar la mejor programación para visitar una FC durante una Búsqueda de FC.

En la Etapa A de una realización preferida de la presente invención, la técnica de programación de la presente invención intercambia datos preliminares de traspaso por medio de mensajes intercambiados entre la EB y la EM conforme al estándar IS-95B. La EM utiliza estos parámetros para determinar la mejor programación para visitar una frecuencia Candidata durante una Búsqueda de FC. Como se describe en la especificación IS-95B, una Búsqueda de FC se lleva a cabo por medio de una serie de mensajes que se intercambian entre la EB y la EM. Inicialmente, la EB comienza una Búsqueda de FC enviando un Mensaje de Solicitud de Búsqueda de FC (MSolBFC) a la EM. El MSolBFC contiene datos tales como la Frecuencia Candidata a buscar (Cdma_Frec), el umbral para la detección de piloto de FC (Fc_U_Agr), el número de pilotos en el Conjunto de Búsqueda (Núm_Pilotos), el Tamaño_de_Búsqueda y, ocasionalmente, la Hora_de_Acción. La Hora_de_Informe es determinada por la EM a partir del Intervalo_de_Validez y la Hora_de_Acción. Los datos del MSolBFC son utilizados por la EM tanto en el Algoritmo de Programación de la Etapa Uno como en el Procedimiento de Búsqueda de la Etapa Dos. La EM determina el Máx_Tiempo_Desconectada y el Tiempo_de_Búsqueda utilizando cualquier método bien conocido para calcular el impacto adecuado en la calidad de voz. Típicamente, el Tiempo_Máx_Desconectada es de menos de 3 tramas, o 60 ms (milisegundos). La EM devuelve un Mensaje de Respuesta a Búsqueda de FC (MRespBFC), que contiene datos tales como el Tiempo_Máx_Desconectada y el Tiempo_de_Búsqueda, según se describe en el estándar IS-95B. La EB envía un Mensaje de Control de Búsqueda de FC (MControlBúsquedaFC) a la EM, diciendo a la EM que inicie una Búsqueda de FC, bien única o bien periódica. Después de que la EB envía el mensaje MControlBúsqueda FC, la EM continúa con la técnica de programación de la presente invención.

En las Etapas B a D de la realización preferida, la técnica de programación de la presente invención lleva a cabo una serie de etapas preliminares antes de determinar los valores de Tv, Nmpv y Nv. En la Etapa B, por ejemplo, el cálculo de Nm se basa en un requisito de precisión de medición de piloto del sistema, con un método bien conocido. En la Etapa C, el Intervalo_de_Validez y el Rdesconectada se calculan basándose en un requisito de calidad de voz, utilizando los temporizadores estándar (T70m, T71m) y el valor de Tiempo_Total_Desconectada_Dir (inv) en el MRespBFC. Aquel medianamente versado en la técnica reconocerá que los procedimientos de determinación de estos valores, basándose

en un requisito de calidad de voz, son bien conocidos y, por lo tanto, estos procedimientos no se describen aquí en detalle. En la Etapa D, la técnica de programación determina los valores de Thw, Tsw y Tm, todos los cuales dependen de las capacidades de la estación móvil. Estos valores están predeterminados y se extraen de la memoria 213 dentro de la EM. Alternativamente, la EM puede calcular Thw, Tsw y Tm llevando a cabo una comprobación solicitada del sistema.

La Figura 8 muestra el algoritmo de la Etapa E de la realización preferida de la técnica de programación de la presente invención. En la Etapa E de la realización preferida, la técnica de programación de la presente invención determina los valores de Tv, Nmpv y Nv utilizando el siguiente algoritmo. Con referencia a la ETAPA 800, se calculan las Ecuaciones 1 y 2 (mostradas más adelante). La Ecuación 1 muestra el cálculo de Tsw, el tiempo empleado por el software y hardware de la estación móvil para medir la potencia de pilotos en la frecuencia candidata durante cada visita.

$$Tsw = Máx_Tiempo_Desconectada - (2 * Thw) \quad \text{(Ecuación 1)}$$

El valor inicial de Máx_Tiempo_Desconectada se fija según el tiempo máximo que la EM puede operar desconectada de la FS, manteniendo a la vez calidad de voz aceptable (p. ej., 60 ms). La Ecuación 2 muestra el cálculo de Nv, el número de visitas de FC a realizar dentro del Intervalo_de_Validez.

$$Nv = Nm * Tamaño_de_Búsqueda * Tm / Tsw \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Nv, preferiblemente, se redondea hasta el próximo entero más grande. Tm se define como el tiempo requerido para medir un piloto. En la ETAPA 802, se determina CV utilizando la siguiente Ecuación 3. CV es una medición de la calidad de voz de la EM.

$$CV = Nv * Máx_Tiempo_Desconectada / Intervalo_de_Validez \quad \text{(Ecuación 3)}$$

En la ETAPA 804 el procedimiento presente determina si la calidad de voz satisface ciertas calificaciones. De esta manera, si el tiempo total de desconexión de los canales directo e inverso es mayor que una cantidad predeterminada, entonces la calidad de voz es inaceptable. La Ecuación 4 muestra la calificación de la calidad de voz. Para satisfacer las calificaciones de calidad de voz, la CV debe ser menor que un valor predeterminado de Rdesconectada. Sin embargo, el presente procedimiento puede utilizar distintas calificaciones para determinar la aceptabilidad de la calidad de voz. Aquel medianamente versado en la técnica reconocerá que son posibles varios procedimientos de determinación de estos valores, basándose en un requisito de calidad de voz. Estos procedimientos son bien conocidos y, por lo tanto, no se describen aquí en mayor detalle.

$$CV < Rdesconectada \quad \text{(Ecuación 4)}$$

Si la CV satisface las calificaciones de calidad de voz en la ETAPA 804, entonces el procedimiento continúa en la ETAPA 810, para calcular Nmpv y Tv según las siguientes Ecuaciones 8 y 9. Si la CV en la ETAPA 804 no satisface las calificaciones de calidad de voz, entonces el procedimiento continúa en la ETAPA 808 para redefinir el Tiempo_Máx_Desconectada y para recalcular Nv y Tsw según las Ecuaciones 5, 6 y 7, mostradas más adelante.

En la ETAPA 808 se calculan Máx_Tiempo_Desconectada, Nv y Tsw según las Ecuaciones 5, 6 y 7, mostradas a continuación.

$$Máx_Tiempo_Desconectada = Nm * Tamaño_de_Búsqueda * Tm + 2 * Thw \quad \text{(Ecuación 5)}$$

$$Tsw = Máx_Tiempo_Desconectada - (2 * Thw) \quad \text{(Ecuación 6)}$$

$$Nv = 1 \quad \text{(Ecuación 7)}$$

En la ETAPA 810 se calculan Nmpv y Tv según las Ecuaciones 8 y 9, mostradas a continuación.

$$Nmpv = Tsw / Tm; \quad \text{(Ecuación 8)}$$

$$Tv = Intervalo_de_Validez / Nv \quad \text{(Ecuación 9)}$$

En el resumen de la Etapa E de la Presente Técnica de Programación de la Etapa Uno, se calculan los valores de datos de Tv, Nmpv y Nv, según la calidad de voz (CV). Si CV < Rdesconectada, entonces se utilizan las Ecuaciones 1, 2, 8 y 9 para calcular Tv, Nmpv y Nv. Si CV > Rdesconectada, entonces se emplean las Ecuaciones 5, 6, 7, 8 y 9 para calcular Tv, Nmpv y Nv.

En la Etapa F de la Presente Técnica de Programación de la Etapa Uno, se entregan los valores de datos de Tv, Nmpv y Nv a la técnica del Procedimiento de Búsqueda de la Etapa Dos de la presente invención.

En una realización alternativa, la EM lleva a cabo la técnica de programación de la presente invención sin interactuar con la EB. En esta realización de la presente invención, la EM recupera todos los datos de parámetros de traspaso de la memoria interna (p. ej., de la memoria 213). Estos datos de parámetros de traspaso incluyen Cdma_Frec, Fc_U_Agr, Núm_Pilotos, Tamaño_de_Búsqueda, Hora_de_Acción, Máx_Tiempo_Desconectada y Tiempo_de_Búsqueda. Según esta realización, en la Etapa B, el cálculo de Nm se basa en un requisito de precisión de medición de piloto del sistema y se obtiene con un método bien conocido. Aquel medianamente versado en la técnica reconocerá que son bien conocidos los procedimientos para determinar Nm basándose en un requisito de precisión de medición de piloto. Por lo tanto, estos procedimientos no se describen aquí en más detalle. En la Etapa C, se calculan el Intervalo_de_Validez y Rdesconectada, basándose en cualquier método conocido. En el estándar IS-95B el Intervalo_de_Validez se define como un intervalo de tiempo donde las mediciones de piloto se consideran válidas. En la Etapa D, la técnica alternativa de programación determina los valores de Thw, Tsw y Tm, todos los cuales dependen de las capacidades de la Estación Móvil. En la realización alternativa, estos valores están predeterminados y son recuperados de la memoria dentro de la EM. En otra realización alternativa más, la EM puede calcular los valores de Thw, Tsw y Tm realizando una comprobación solicitada del sistema. En la Etapa E de esta realización alternativa, la técnica de programación de la presente invención determina los valores de Tv, Nmpv y Nv utilizando el mismo algoritmo que utiliza la realización ejemplar anteriormente descrita. En la Etapa F, los valores de datos de Tv, Nmpv y Nv se entregan a la técnica del Procedimiento de Búsqueda de la Etapa Dos de la presente invención.

En otra realización más de la presente invención, la EB lleva a cabo las Etapas A a E de la técnica de programación sin interactuar con le EM. En la Etapa A de esta realización alternativa de la presente invención, la EB recupera todos los datos de parámetros de traspaso de la memoria interna. Estos datos incluyen Cdma_Frec, Fc_U_Agr, Núm_Pilotos, Tamaño_de_Búsqueda, Hora_de_Acción, Máx_Tiempo_Desconectada y Tiempo_de_Búsqueda. En la Etapa B, la EB, preferiblemente, calcula el valor de Nm basándose en un requisito de precisión de medición de piloto del sistema, con cualquier método bien conocido. En la Etapa C, la EB, preferiblemente, especifica el Intervalo_de_Validez y Rdesconectada, basándose en cualquier método bien conocido. En la Etapa D, la EB determina los valores de Thw, Tsw y Tm, todos los cuales dependen de las capacidades de la Estación Móvil. En esta realización alternativa, la EB utiliza una tabla de búsqueda para recuperar estos valores predeterminados, basándose en el tipo de EM. En la Etapa E, la técnica de programación de la realización alternativa de la presente invención, preferiblemente, determina los valores de Tv, Nmpv y Nv utilizando el mismo algoritmo utilizado por la realización ejemplar anteriormente descrita. En la Etapa F, los valores de datos de Tv, Nmpv y Nv se transmiten a la EM y se entregan a la técnica del Procedimiento de Búsqueda de la Etapa Dos de la presente invención.

Después de completar la Técnica de Programación de la Etapa Uno de la presente invención, la programación para la mejor estrategia a utilizar para visitar todos los pilotos en la frecuencia candidata, con una reducción en la interrupción en los enlaces directo e inverso, está representada por los valores de datos de Tv, Nmpv y Nv. La programación desarrollada en la Técnica de Programación de la Etapa Uno de la presente invención se implementa en los Procedimientos de Búsqueda de la Etapa Dos para visitar una frecuencia candidata.

Etapa Dos

Procedimiento de Búsqueda para Visitar una Frecuencia Candidata

El procedimiento de búsqueda para visitar una frecuencia candidata de la presente invención programa visitas a la FC, manteniendo a la vez una calidad de voz satisfactoria. El procedimiento de búsqueda, preferiblemente, utiliza los valores de Tv, Nmpv y Nv que son entregados por la Técnica de Programación de la Etapa Uno (anteriormente descrita) para visitar la frecuencia candidata.

Las etapas para implementar el Procedimiento de Búsqueda de la Etapa Dos de la presente invención se resumen en lo siguiente:

Etapa A - Recibir datos de la Técnica de Programación de la Etapa Uno (p. ej., Tv, Nmpv, Nv)

Etapa B - Determinar valores preliminares de datos (p. ej., Fc_U_Agr y Nm), según lo obtenido a partir de los requisitos de precisión de medición de piloto. Determinar valores preliminares de datos (p. ej., Máx_Tiempo_Desconectada e Intervalo_de_Validez) a partir de los requisitos de optimización de calidad de voz. Determinar el Conjunto de Búsqueda de FC.

Etapa C - Inicializar un contador y formaciones de datos para cada piloto en el Conjunto de Búsqueda de FC. Inicializar dos conjuntos de datos: C y NC. El conjunto C contiene los pilotos que son candidatos potentes para informar de ellos. El conjunto NC contiene los pilotos que no son candidatos potentes para informar de ellos.

Etapa D - Esperar a la Hora_de_Acción. Si esta es la primera visita, sintonizar la FC; en caso contrario, esperar el próximo límite de búsqueda de FC. Medir la potencia de la energía recibida en la FC y determinar su potencia relativa. Si la potencia recibida de la FC es relativamente débil, continuar en la Etapa E. En caso contrario, continuar en la Etapa F.

En una realización alternativa de la Etapa D, la energía recibida de la FC se compara con la energía de la FS. Si la energía de la FC es menor que una cierta magnitud de la energía de la FS, entonces continuar en la Etapa E. En caso contrario, continuar en la etapa F.

Etapa E - Sintonizar la FS. Actualizar los registros de los M pilotos para reflejar una medición de piloto débil. Continuar en la Etapa H.

Etapa F - Medir los primeros M pilotos del Conjunto de Búsqueda de FC. Actualizar el contador y formaciones de datos de cada uno de los M pilotos. Retirar cada uno de los M pilotos del Conjunto de Búsqueda de FC y enviarlo bien al conjunto C, al conjunto NC o al final del Conjunto de Búsqueda de FC, basándose en sus mediciones de datos. Continuar en la Etapa G.

Etapa G - Si todos los pilotos en el Conjunto de Búsqueda de FC están medidos, ir a la Etapa H. En caso contrario, ir a la Etapa D.

Etapa H - Promediar las "buenas" mediciones para cada piloto en el conjunto C. Si la suma de las mediciones de ECIO para un cierto piloto es mayor que un umbral predeterminado, informar sobre el piloto. En caso contrario, no informar.

Las Figuras 9a y 9b muestran un ejemplo de realización del procedimiento de búsqueda de la Etapa Dos anteriormente descrito. Como se muestra en la Figura 9a, en una Etapa 900, la EM recibe los datos de salida de Tv, Nmpv y Nv de la Técnica de Programación de la Etapa Uno. El procedimiento de búsqueda continúa en la Etapa 902, que implementa la Etapa B (anteriormente descrita) del ejemplo de realización. En el ejemplo de realización, la EB determina los valores preliminares de datos para el Conjunto de Búsqueda de FC, el Intervalo_de_Validez, Nm, Dif_Umbr_Ener_Rec y Fc_U_Agr. Dif_Umbr_Ener_Rec es la diferencia de energía entre una FS y una FC que puede terminar una visita. Fc_U_Agr es el nivel de ECIO por encima del cual se considera a un piloto lo bastante potente como para informar de él. En el ejemplo de realización, la EM determina el Máx_Tiempo_Desconectada. En una primera realización alternativa, la EB determina los valores preliminares de datos para el Máx_Tiempo_Desconectada, el Intervalo_de_Validez, el Conjunto de Búsqueda de FC, Nm, Dif_Umbr_Ener_Rec y Fc_U_Agr, y la EM recibe estos valores de datos de la EB. En una segunda realización alternativa, la EM recibe estos valores de datos de una tabla de búsqueda interna, la memoria interna o una entrada del usuario.

La Etapa 904 implementa la Etapa C (anteriormente descrita) del ejemplo de realización del procedimiento de búsqueda. En la Etapa 904, se inicializan un contador y dos formaciones de datos para cada piloto a medir en el Conjunto de Búsqueda de FC. El contador, Cantidad_de_Mediciones, se utiliza para determinar el número de veces que el piloto ha sido medido durante el Procedimiento de Búsqueda de la Etapa Dos. El contador de cada pilo se fija inicialmente en cero. A cada piloto también se le asigna una primera formación de datos, Ecio_Piloto, y una segunda formación de datos, Ind_Calidad. La formación Ecio_Piloto registra mediciones de ECIO. La formación Ind_Calidad registra la calidad de las mediciones. Si la energía total de radiofrecuencia es demasiado baja, entonces se abandona la medición. Además, se inicializan dos conjuntos de datos con fines de información en la Etapa 904. En etapas subsiguientes, los pilotos con mediciones potentes se colocan en un primer conjunto. Este primer conjunto se denomina el conjunto C. Los pilotos con mediciones débiles se colocan en un segundo conjunto. Este segundo conjunto se denomina el conjunto NC. Al final del procedimiento de búsqueda, debe informarse de los pilotos en el conjunto C con un promedio de ECIO > FC_U_Agr, mientras que no se informa del conjunto NC. Después de la Etapa 904, el procedimiento de búsqueda de la presente invención continúa en la Etapa 906.

Las Etapas 906 - 910 y 916 implementan la Etapa D (anteriormente descrita) del ejemplo de realización del procedimiento de búsqueda. En la Etapa 906, la EM espera hasta que llega la Hora_de_Acción. Cuando se llega a esta Hora_de_Acción, el procedimiento de búsqueda continúa en la Etapa 908. La EM sintoniza entonces la FC y mide la energía recibida y registra la FC. En la Etapa 910 del ejemplo de realización, la EM determina si se satisface la Dif_Umbr_Ener_Rec. La energía recibida en la FS es medida y almacenada continuamente por la EM. La Dif_Umbr_Ener_Rec se describe en el estándar IS-95B y, por ello, no se describe aquí en más detalle. Si se satisface la Dif_Umbr_Ener_Rec, el presente procedimiento inventivo continúa en la Etapa 912. En caso contrario, la presente invención continúa en la Etapa 960 (Figura 9b).

En una realización alternativa, en la Etapa 910, el presente procedimiento inventivo compara la energía de radiofrecuencia recibida, según lo recibido en la FC, con la recibida en la FS. Si la energía de radiofrecuencia recibida de la FC es mayor que la energía de radiofrecuencia recibida de la FS, el procedimiento continúa en la Etapa 912. En caso contrario, el procedimiento continúa en la Etapa 960.

La Etapa 960 implementa la Etapa E (anteriormente descrita) del ejemplo de realización del procedimiento de búsqueda. Las etapas necesarias para implementar la Etapa 960 del ejemplo de realización se resumen en lo siguiente:

Etapa E1 - Sintonizar la FS.

Etapa E2 - Actualizar los registros de datos de los primeros M pilotos en el Conjunto de Búsqueda de FC según lo siguiente:

a) Ecio_Piloto = [Ecio_Piloto, -20dB]; (es decir, añadir el elemento "-20dB" al final de la formación Ecio_Piloto)

b) Ind_Calidad = Mala

Etapa E3 - Para cada uno de los M pilotos, hacer lo siguiente:

a) Si Cantidad_de_Mediciones = Nm, mover el piloto al conjunto C.

b) Si Cantidad_de_Mediciones < Nm, mover el piloto al final del Conjunto de Búsqueda de FC.

Etapa E4 - Ir a la Etapa 916.

Según se muestra en la Figura 9b, en la Etapa 960 la EM sintoniza la FS y actualiza los registros de datos para los primeros M pilotos. La formación Ecio_Piloto se actualiza con una medición de Ecio_Piloto de "-20dB" para reflejar una medición débil de Ecio_Piloto. El número -20dB es simplemente una representación de un nivel muy bajo de Ec/Io. Como reconocerá el medianamente versado en la técnica, la cifra "20dB" puede ser cualquier número arbitrario que refleje un nivel de señal relativamente bajo. La formación Ind_Calidad almacena un valor de la calidad del piloto. Un piloto con un nivel de señal relativamente bajo se designa como "malo". Así, cuando la energía total de radiofrecuencia de F2 es menor que la energía total de radiofrecuencia de F1 en ciertas magnitudes, según lo medido en la Etapa 910, la formación Ind_Calidad almacena un valor de "malo" para el piloto. Además, en la Etapa 960, después de actualizar los registros de datos de los primeros M pilotos, el procedimiento de búsqueda de la presente invención transfiere cada piloto de los primeros M pilotos del Conjunto de Búsqueda de FC a uno de dos conjuntos. Cada piloto se toma del Conjunto de Búsqueda de FC y se transfiere bien al conjunto C, o bien al final del Conjunto de Búsqueda de FC. Como se ha afirmado anteriormente, el conjunto C comprende el conjunto de pilotos a informar a la EB. El ejemplo de realización de la presente invención determina a qué conjunto (es decir, bien el conjunto C o el Conjunto de Búsqueda de FC) se transfiere un piloto, basándose en el valor de Cantidad_de_Mediciones del piloto. En el ejemplo de realización, el piloto se envía al conjunto C si la Cantidad_de_Mediciones = Nm (número fijo de mediciones para estar seguro de una medición de calidad determinada por la EM). Sin embargo, el piloto se transfiere al final del Conjunto de Búsqueda de FC si la Cantidad_de_Mediciones < Nm. Después de transferir el piloto a uno de los dos conjuntos, el procedimiento de búsqueda continúa en la Etapa 916 (Figura 9a).

La Etapa 912 implementa la Etapa F (anteriormente descrita) del ejemplo de realización del procedimiento de búsqueda. En la Etapa 912, la EM mide el Ecio_Piloto y el Ind_Calidad para los primeros M pilotos en el Conjunto de Búsqueda de FC, donde M se define como el menor entre el número de mediciones por visita y el tamaño del Conjunto de Búsqueda de FC. Después de resintonizar la FS, el presente procedimiento actualiza los registros de datos de los primeros M pilotos. El contador para cada piloto, Cantidad_de_Mediciones, se actualiza incrementándolo en 1, para reflejar el número actual de veces que el piloto ha sido medido. La formación Ecio_Piloto se actualiza con la medición de Ecio_Piloto. La formación Ind_Calidad almacena un valor de la calidad de un piloto. Un piloto con un nivel de energía relativamente alto se indica como "bueno". Así, cuando se satisface la Dif_Umbr_Ener_Rec en la Etapa 910, la formación Ind_Calidad almacena un valor de "bueno" para el piloto.

Además, en la Etapa 912, después de actualizar los registros de datos de los primeros M pilotos, el procedimiento de búsqueda de la presente invención transfiere a cada uno de los primeros M pilotos del Conjunto de Búsqueda de FC a uno entre tres conjuntos. Cada piloto se toma del Conjunto de Búsqueda de FC y se transfiere bien al conjunto C, al conjunto NC, o bien al final del Conjunto de Búsqueda de FC. El conjunto C es el conjunto de pilotos que son posibles candidatos para informar sobre ellos a la EB, y el conjunto NC es el conjunto de pilotos sobre los cuales no debe informarse. El ejemplo de realización del presente procedimiento inventivo determina a qué conjunto debe transferirse a un piloto, basándose en los valores de la Cantidad_de_Mediciones y del Ecio_Piloto del piloto. En el ejemplo de realización del presente procedimiento inventivo, el piloto es transferido al conjunto C si la Cantidad_de_Mediciones = Nm (número fijo de mediciones para estar seguro de una medición de calidad determinada por la EM), o si el Ecio_Medido > Fc_U_Agr + Delta1 (un umbral fijo). Delta1 es un número relativamente pequeño que representa una gama de valores cerca de FC_U_Agr. El valor de Fc_U_Agr + Delta1 no está concebido para ser una limitación de la presente invención, y puede tomar distintos valores, como reconocerá una persona medianamente versada en la técnica. En el ejemplo de realización el piloto es transferido al final del Conjunto de Búsqueda de FC si la Cantidad_de_Mediciones < Nm y el Ecio_Medido está dentro de la gama de [Fc_U_Agr - Delta2, Fc_U_Agr + Delta1]. Los valores de Fc_U_Agr - Delta2 y Fc_U_Agr + Delta1 no se conciben como limitación de la invención y pueden tomar distintos valores, como reconocerán aquellos versados en la técnica. El piloto es transferido al conjunto NC si no ha sido ya transferido al conjunto C o al final del Conjunto de Búsqueda de FC. Después de que el piloto es

transferido a uno de los tres conjuntos, el procedimiento de búsqueda continúa en la Etapa 914, según se muestra en la Figura 9a.

La Etapa 914 implementa la Etapa G (anteriormente descrita) del ejemplo de procedimiento de búsqueda. En la Etapa 914, el presente procedimiento inventivo determina si el Conjunto de Búsqueda de FC está vacío. Si hay pilotos que aún permanecen en el Conjunto de Búsqueda de FC, entonces el presente procedimiento inventivo continúa en la Etapa 916. Si no queda ningún piloto en el Conjunto de Búsqueda de FC, entonces la presente invención continúa en la Etapa 940.

La Etapa 916 implementa la Etapa H (anteriormente descrita) del ejemplo de realización del procedimiento de búsqueda. En la Etapa 916, la EM espera el límite de la siguiente visita de FC. Un límite de visita de FC es el tiempo de inicio del siguiente periodo de visita (véase la Figura 7). Cuando se llega al siguiente límite de visita de FC, la presente invención vuelve a la Etapa 908, y el procedimiento continúa según lo anteriormente descrito.

Las Etapas 940 - 946 implementan la Etapa I (anteriormente descrita) del ejemplo de realización del presente procedimiento de búsqueda. En la Etapa 940, el procedimiento de búsqueda calcula el promedio de las mediciones de pilotos con una calificación de "bueno" en el Ind_Calidad en el conjunto C. Promediar las "buenas" mediciones para cada piloto en el conjunto C no está concebido para ser una limitación de la presente invención. Aquel medianamente versado en la técnica reconocerá que puede emplearse cualquier procedimiento estadístico bien conocido para medir un conjunto de datos, a fin de determinar la potencia relativa, sin apartarse del ámbito de la presente invención. En la Etapa 942, el ejemplo de realización de la presente invención determina si se satisface el Mín_Ec_Io_Piloto_Total. El Mín_Ec_Io_Piloto_Total es preferiblemente indicado por la EB en el MSolBFC. En la realización preferida, si vale el Mín_Ec_Io_Piloto_Total, entonces el procedimiento de búsqueda compara el Mín_Ec_Io_Piloto_Total con la suma del promedio de las "buenas" mediciones que están por encima del Fc_U_Agr calculado en la Etapa 940. Aquel medianamente versado en la técnica reconocerá otros procedimientos estadísticos para determinar una "buena" medición. Por ejemplo, puede utilizarse un promedio de las "buenas" mediciones en una realización alternativa. Si el Mín_Ec_Io_Piloto_Total es menor que la suma del promedio de las "buenas" mediciones, el presente procedimiento inventivo continúa en la Etapa 946. En caso contrario, el procedimiento continúa en la Etapa 944. En la Etapa 946, el procedimiento transfiere el MRespBFC dentro del periodo de tiempo definido por el Intervalo_de_Validez. En la Etapa 944, el presente procedimiento determina no informar. Así, se informa de los "buenos" pilotos con mediciones promediadas por encima de Fc_T_Agr si se satisface el Mín_Ec_Io_Piloto_Total. El ejemplo de realización del Procedimiento de Búsqueda de la Etapa Dos concluye bien en la Etapa 944, o bien en la Etapa 946.

En resumen, el Procedimiento de Búsqueda de la Etapa Dos para visitar frecuencias candidatas de la presente invención programa visitas a la FC, manteniendo a la vez una calidad de voz satisfactoria. El Procedimiento de Búsqueda de la Etapa Dos utiliza información de la Técnica de Programación de la Etapa Uno para visitar una frecuencia candidata. La Técnica de Programación de la Etapa Uno determina la mejor estrategia para visitar una frecuencia candidata. Una vez que se determina la mejor estrategia, la información de la Etapa Uno se pasa al Procedimiento de Búsqueda de la Etapa Dos. En la Etapa Dos, la presente invención implementa la mejor estrategia para visitar una frecuencia candidata. Durante la Etapa Dos, se procesan los parámetros de búsqueda y la información recogida se utiliza para visitar una frecuencia candidata. Una frecuencia candidata con una potencia relativamente alta es tomada en cuenta por el sistema para un posible traspaso.

La presente invención disminuye la probabilidad de que haya llamadas perdidas, utilizando un novedoso procedimiento para detectar pilotos potentes en la frecuencia candidata. La presente invención ayuda a una EM a detectar el piloto más potente en una FC en dos etapas de procesamiento: (1) se determina una programación para la mejor estrategia para visitar canales piloto; y (2) se implementa un procedimiento de búsqueda para determinar los canales piloto potentes. Estas dos etapas de la presente invención permiten a una EM detectar pilotos potentes en una FC y mantener una calidad de voz adecuada durante la Búsqueda de FC.

Se ha descrito un cierto número de realizaciones de la presente invención. No obstante, se comprenderá que pueden hacerse diversas modificaciones sin apartarse del espíritu y el ámbito de la invención. Por ejemplo, la técnica de programación de la presente invención puede llevarse a cabo bien en la EM o bien en la EB. En una realización, la estación móvil determina la mejor programación para visitar pilotos en una FC durante una Búsqueda de FC sin ninguna interacción con la EB. Alternativamente, la EB determina por sí sola la mejor programación. En una realización preferida, la EM y la EB interactúan juntas a fin de determinar la mejor programación para visitar pilotos en una FC durante una Búsqueda de FC.

En consecuencia, debe entenderse que la invención no debe limitarse por la realización específica ilustrada, sino sólo por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para programar una búsqueda de frecuencias candidatas en un dispositivo de estación móvil, EM (10), de comunicación inalámbrica, que opera en una frecuencia de envío, FS, y que se comunica con una estación base, EB (12), comprendiendo el procedimiento:

(a) seleccionar un Máx_Tiempo_Desconectada según el tiempo máximo que la EM puede operar desconectada de la FS, manteniendo a la vez una calidad de voz aceptable;

(b) calcular (800) el tiempo para buscar señales piloto, Tsw, donde Tsw = Máx_Tiempo_Desconectada - (2 * Thw), y donde Thw se define como el tiempo requerido por la EM para sintonizar una nueva frecuencia;

(c) calcular (800) el número de visitas, Nv, a frecuencias candidatas durante un intervalo de validez proporcionado desde la EB a la EM, según la ecuación Nv = Nm * Tamaño_de_Búsqueda * Tm/Tsw, donde

Tamaño_de_Búsqueda se define como un número que representa los canales piloto a buscar durante una búsqueda de frecuencias candidatas,

Tm se define como el tiempo requerido para hacer una medición de piloto, y

Tsw se define como el tiempo requerido por la estación móvil para medir la potencia de pilotos en una frecuencia candidata durante una visita a la frecuencia candidata,

(d) calcular (802) la calidad de voz, CV, según la ecuación CV = Nv * Máx_Tiempo_Desconectada/(el intervalo de validez);

(e) determinar (804) si CV < Rdesconectada, donde Rdesconectada es un nivel predeterminado de calidad de voz aceptable, y si CV < Rdesconectada, continuar en la etapa (g);

(f) redefinir (808) el Máx_Tiempo_Desconectada y recalcular Tsw y Nv según:

$$\text{Máx_Tiempo_Desconectada} = Nm * \text{Tamaño_de_Búsqueda} * Tm + 2Thw,$$

$$Tsw = \text{Máx_Tiempo_Desconectada} - (2 * Thw),$$

y

$$Nv = 1;$$

y

donde Nm se define como el número de veces que debe medirse un piloto;

(g) calcular (810) Nmpv y Tv según:

$$Nmpv = Tsw / Tm$$

$$Tv = (\text{el intervalo de validez}) / Nv;$$

y

(h) proporcionar Nmpv, Tv y Nv a una rutina de búsqueda.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual la rutina de búsqueda comprende:

medir (912) una pluralidad de primeros M pilotos en la búsqueda de frecuencias candidatas;

actualizar un registro de datos que incluye las potencias de cada uno de los M pilotos recién medidos;

para cada uno de los M pilotos medidos, retirar el piloto de un conjunto de búsqueda de frecuencias candidatas y poner el piloto en un conjunto aceptable, C, en un conjunto no aceptable, NC, o en el final de dicho conjunto de búsqueda de frecuencias candidatas, basándose en la Cantidad_de_Mediciones o el Ec/Io medido de cada piloto, donde la Cantidad_de_Mediciones es el número de veces que el piloto ha sido medido.

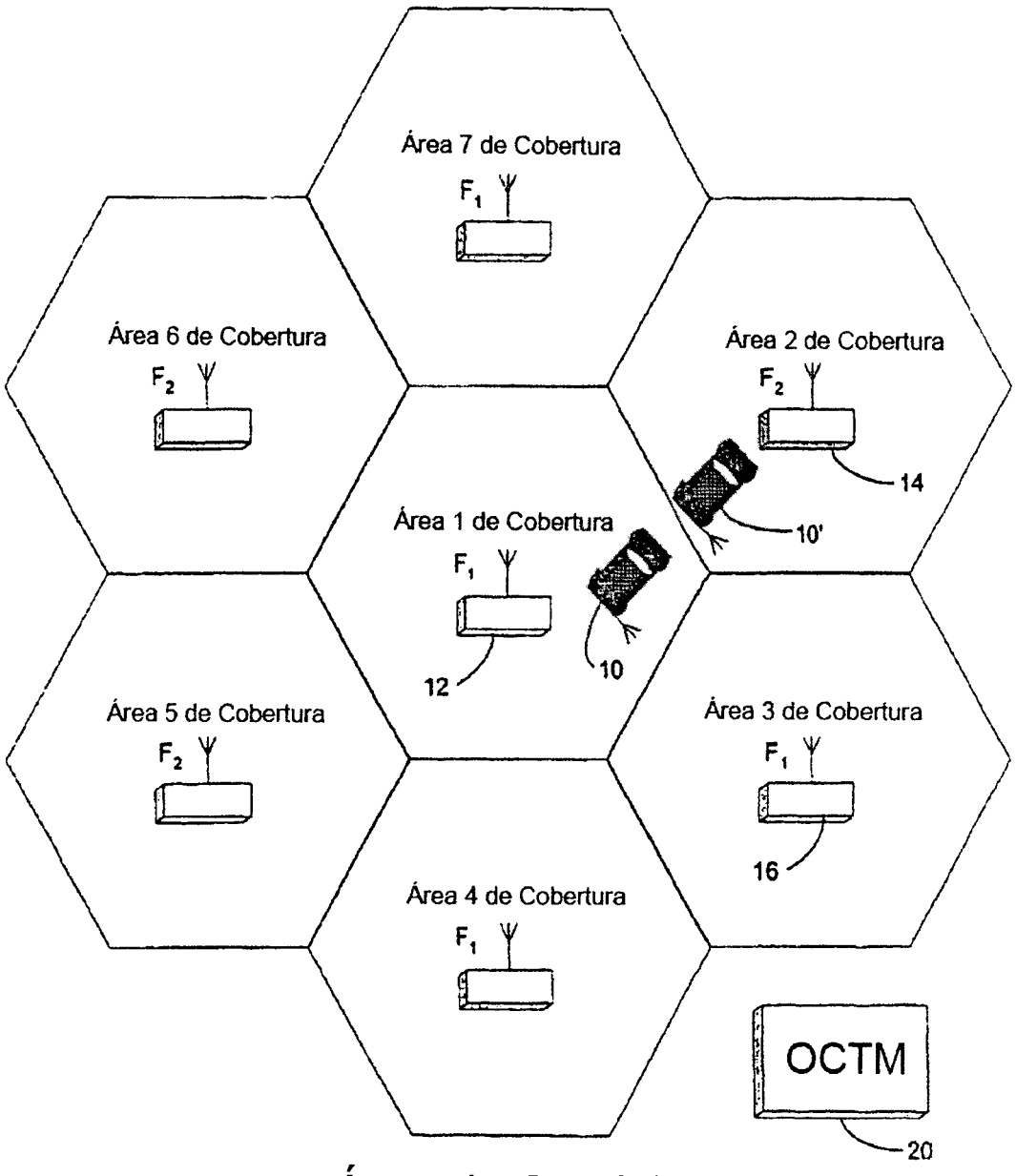

Área 7 de Cobertura
F1
Área 6 de Cobertura
F2
Área 2 de Cobertura
F2
14
10'
Área 1 de Cobertura
F1
12
10
Área 5 de Cobertura
F2
Área 3 de Cobertura
F1
16
Área 4 de Cobertura
F1
OCTM
20
Área de Servicio

FIGURA 1

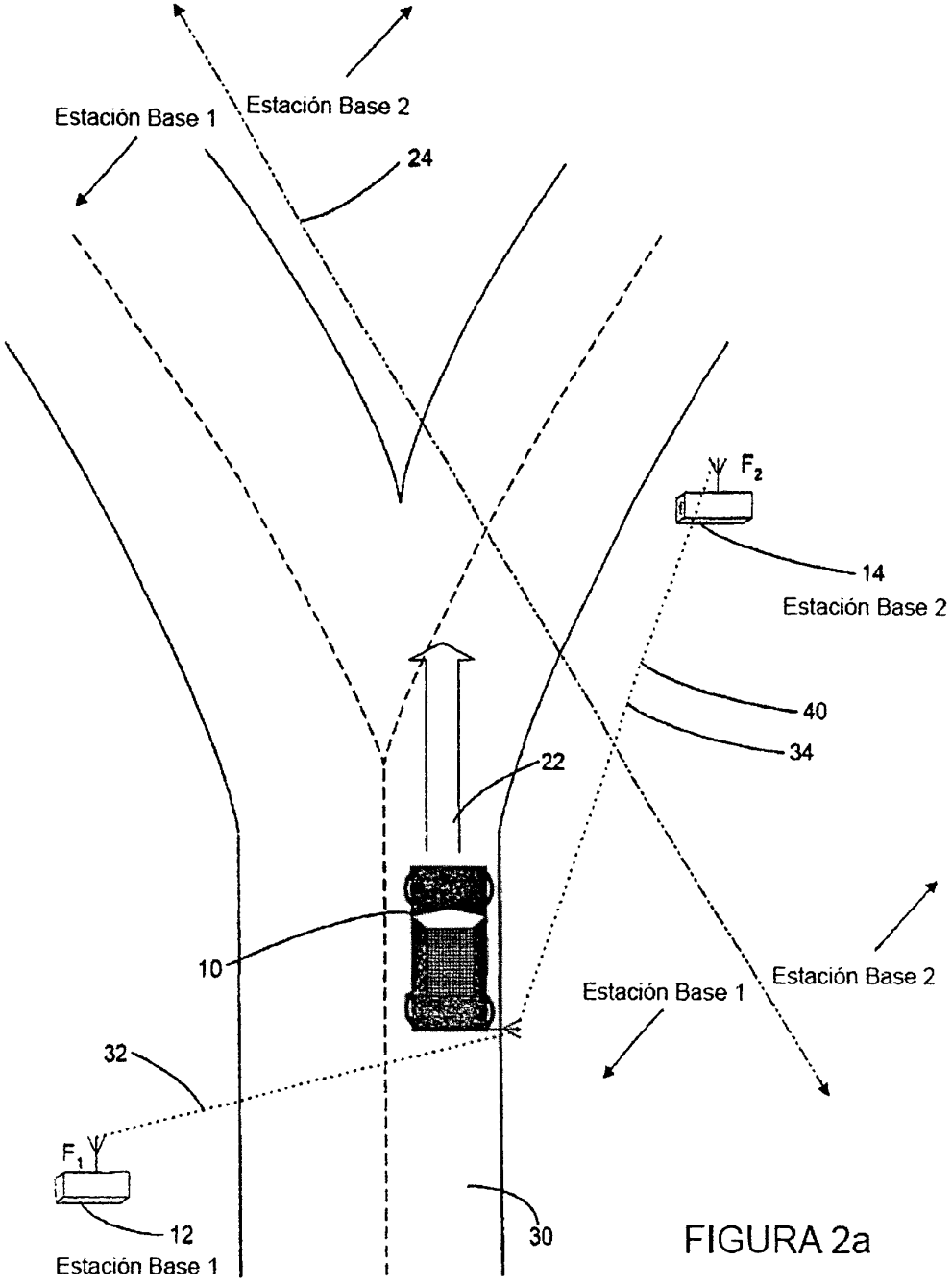

Estación Base 1
Estación Base 2
24
F2
14
Estación Base 2
40
34
22
10
Estación Base 1
Estación Base 2
32
F1
12
Estación Base 1
30

FIGURA 2a

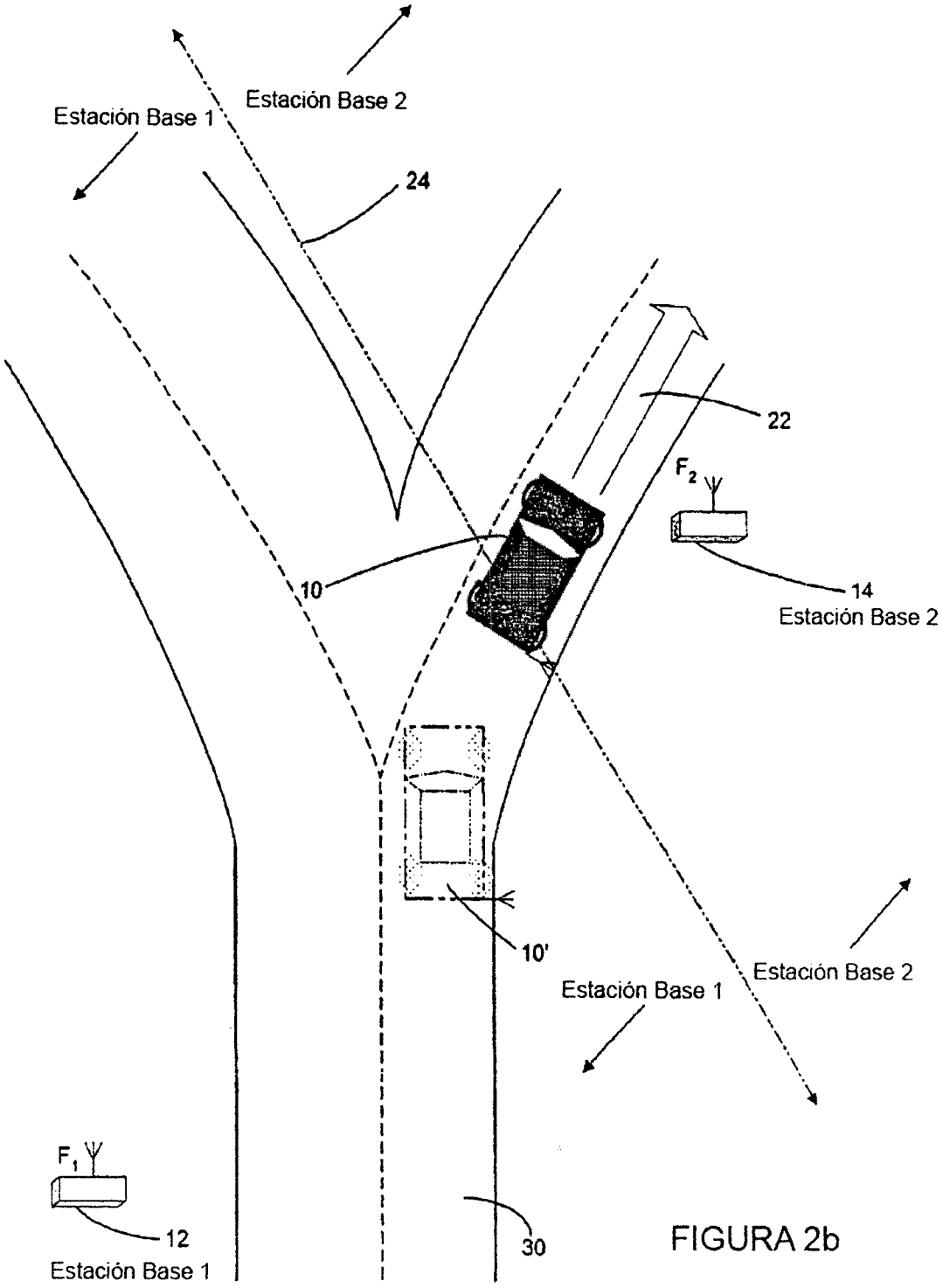

Estación Base 2
Estación Base 1
24
22
F_2
10
14
Estación Base 2
10'
Estación Base 2
Estación Base 1
F_1
12
Estación Base 1
30

FIGURA 2b

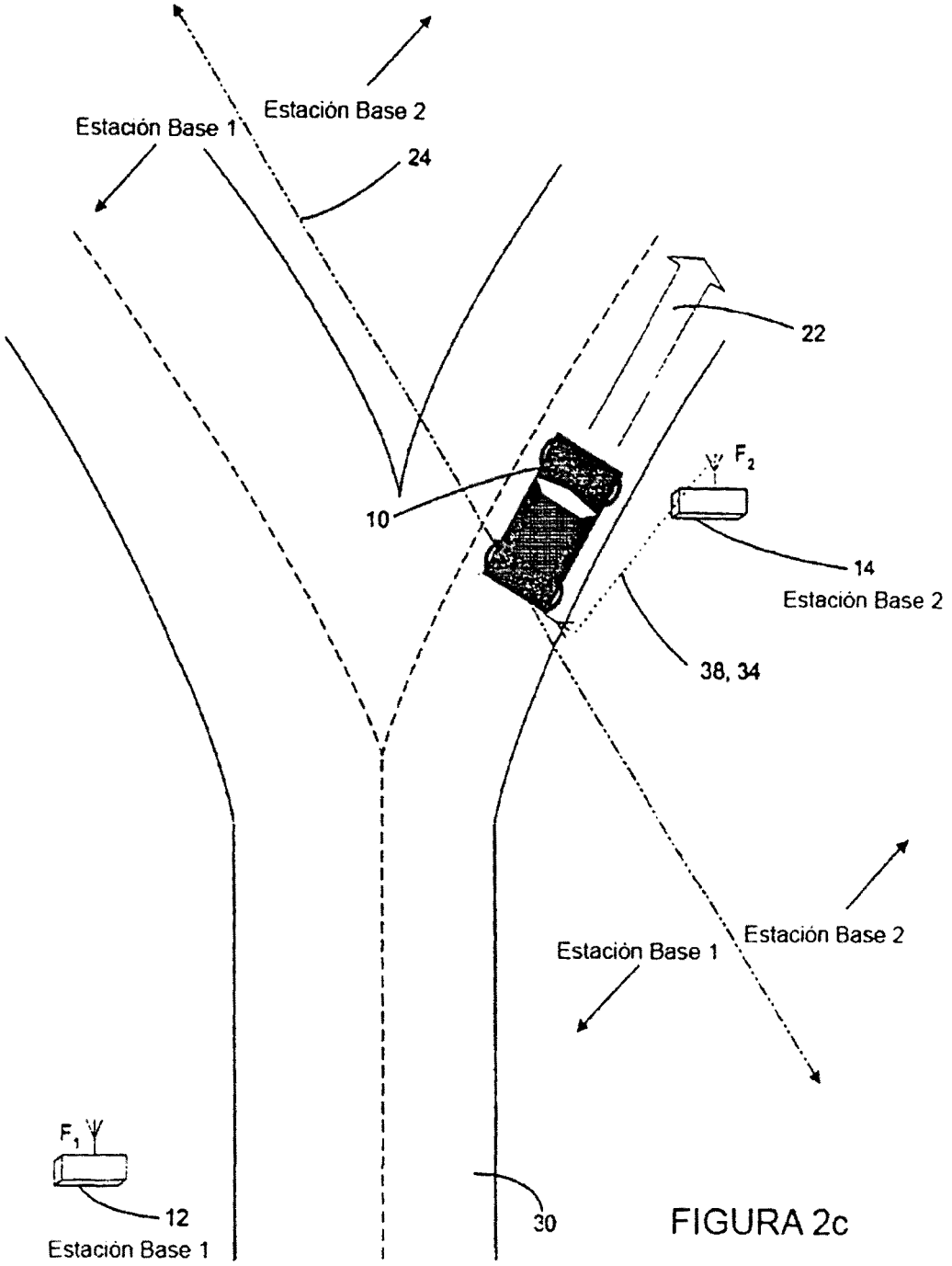

Estación Base 2
Estación Base 1
24
22
10
F_2
14
Estación Base 2
38, 34
Estación Base 2
Estación Base 1
F_1
12
Estación Base 1
30

FIGURA 2c

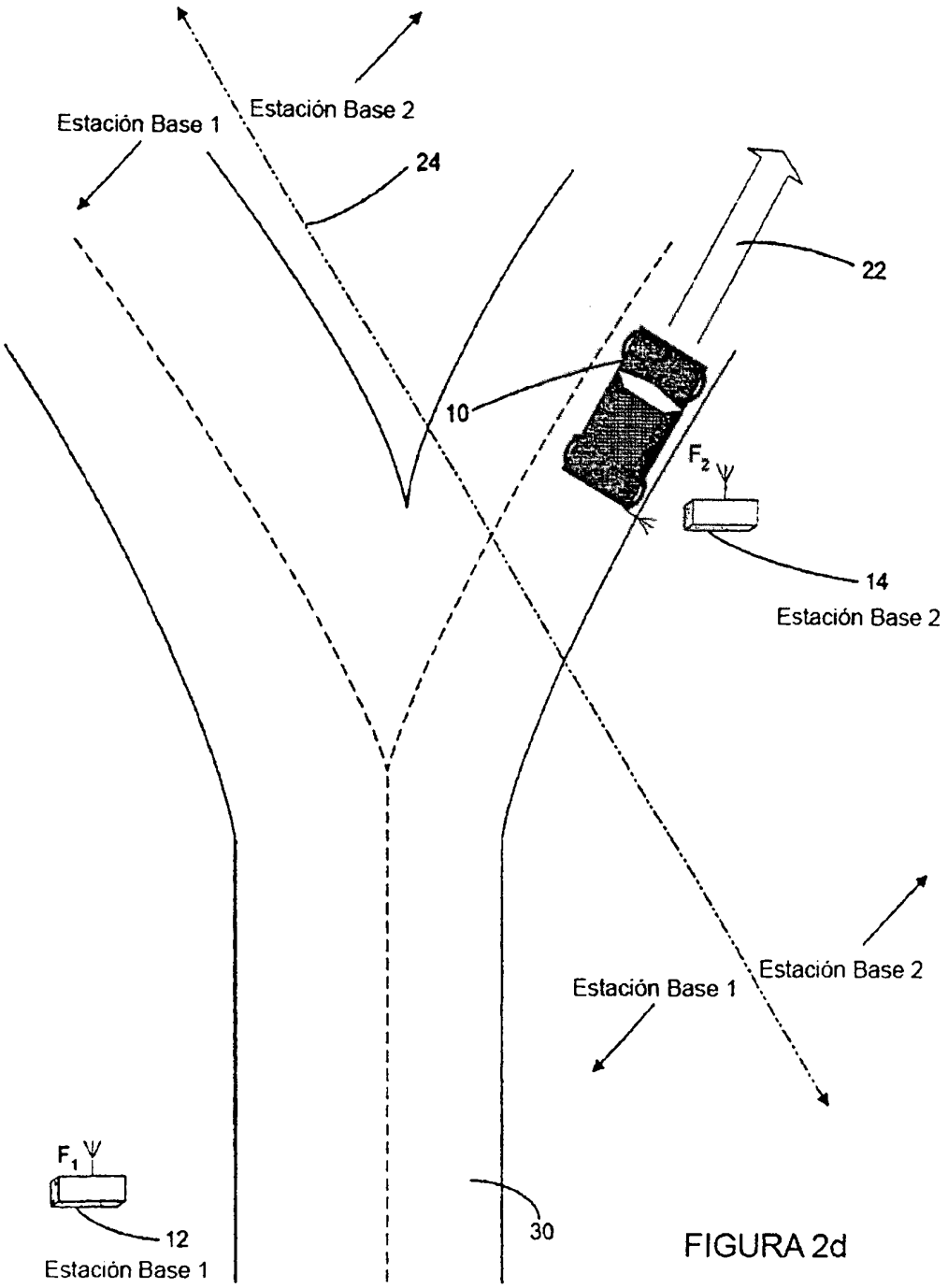

Estación Base 1
Estación Base 2
24
22
10
F2
14
Estación Base 2
Estación Base 1
Estación Base 2
F1
12
Estación Base 1
30

FIGURA 2d

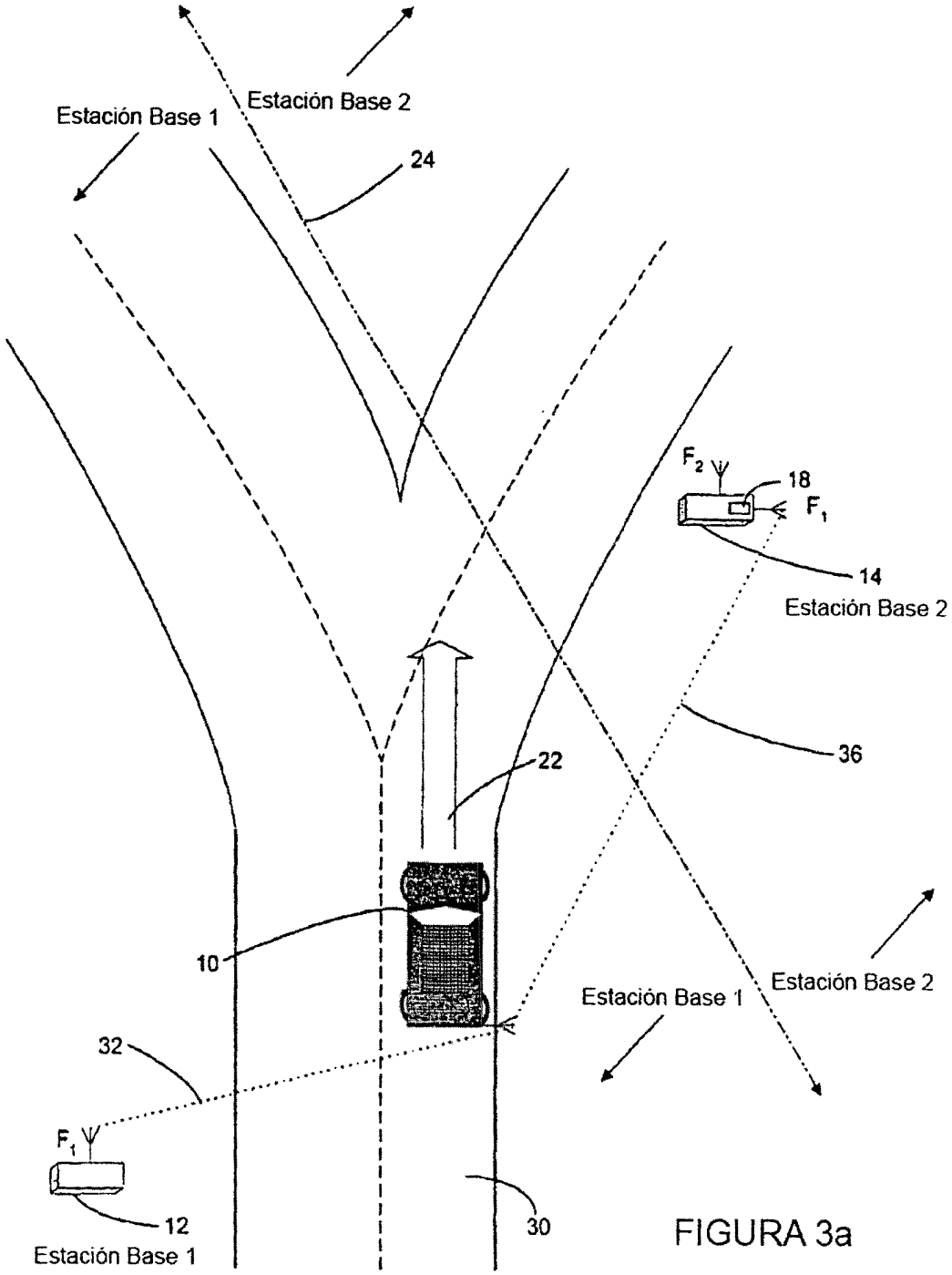

Estación Base 1
Estación Base 2
24
F2
18
F1
14
Estación Base 2
36
22
10
Estación Base 1
Estación Base 2
32
F1
12
Estación Base 1
30

FIGURA 3a

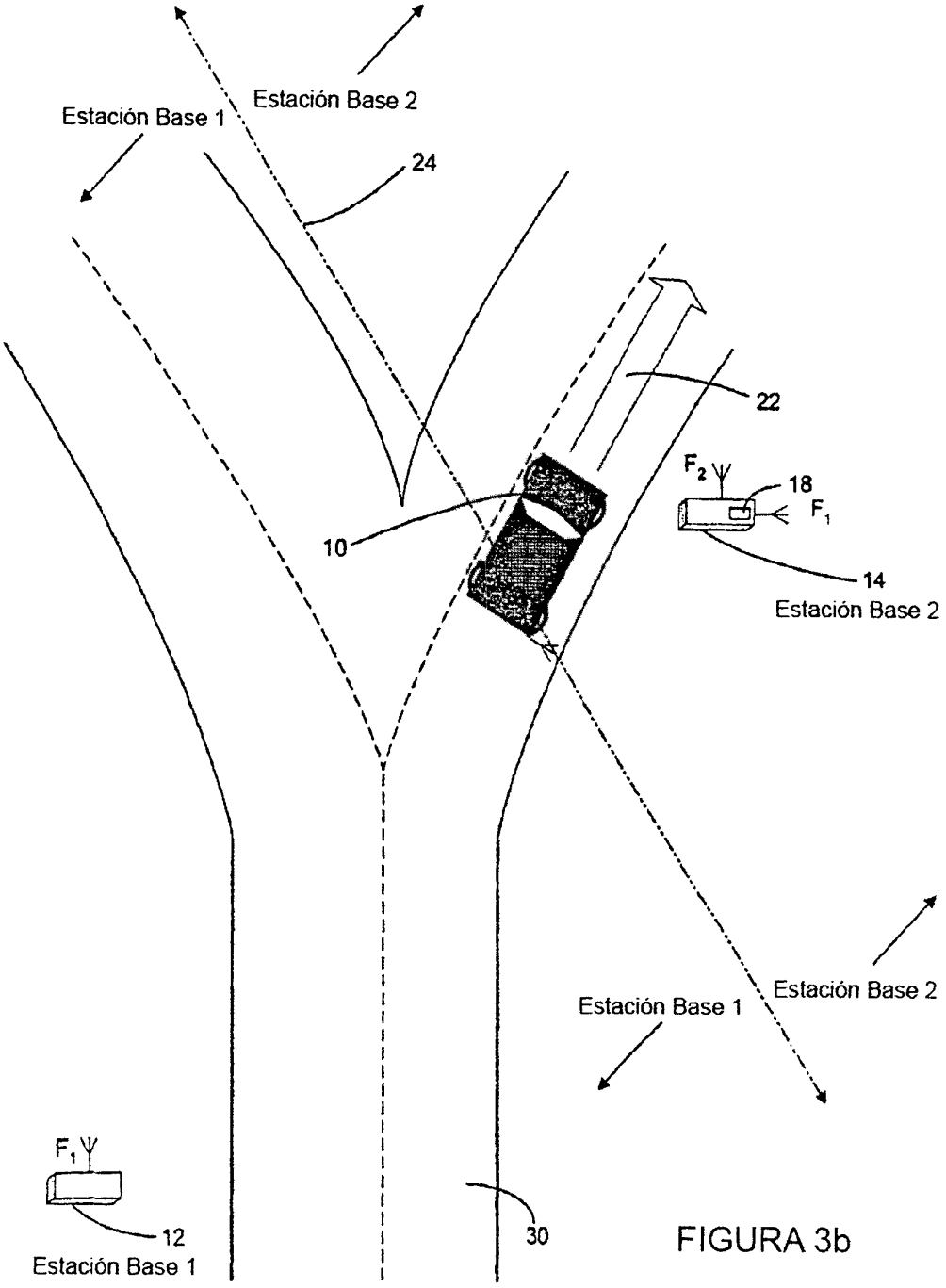

Estación Base 2
Estación Base 1
24
22
F_2
18
F_1
10
14
Estación Base 2
Estación Base 1
Estación Base 2
F_1
12
Estación Base 1
30

FIGURA 3b

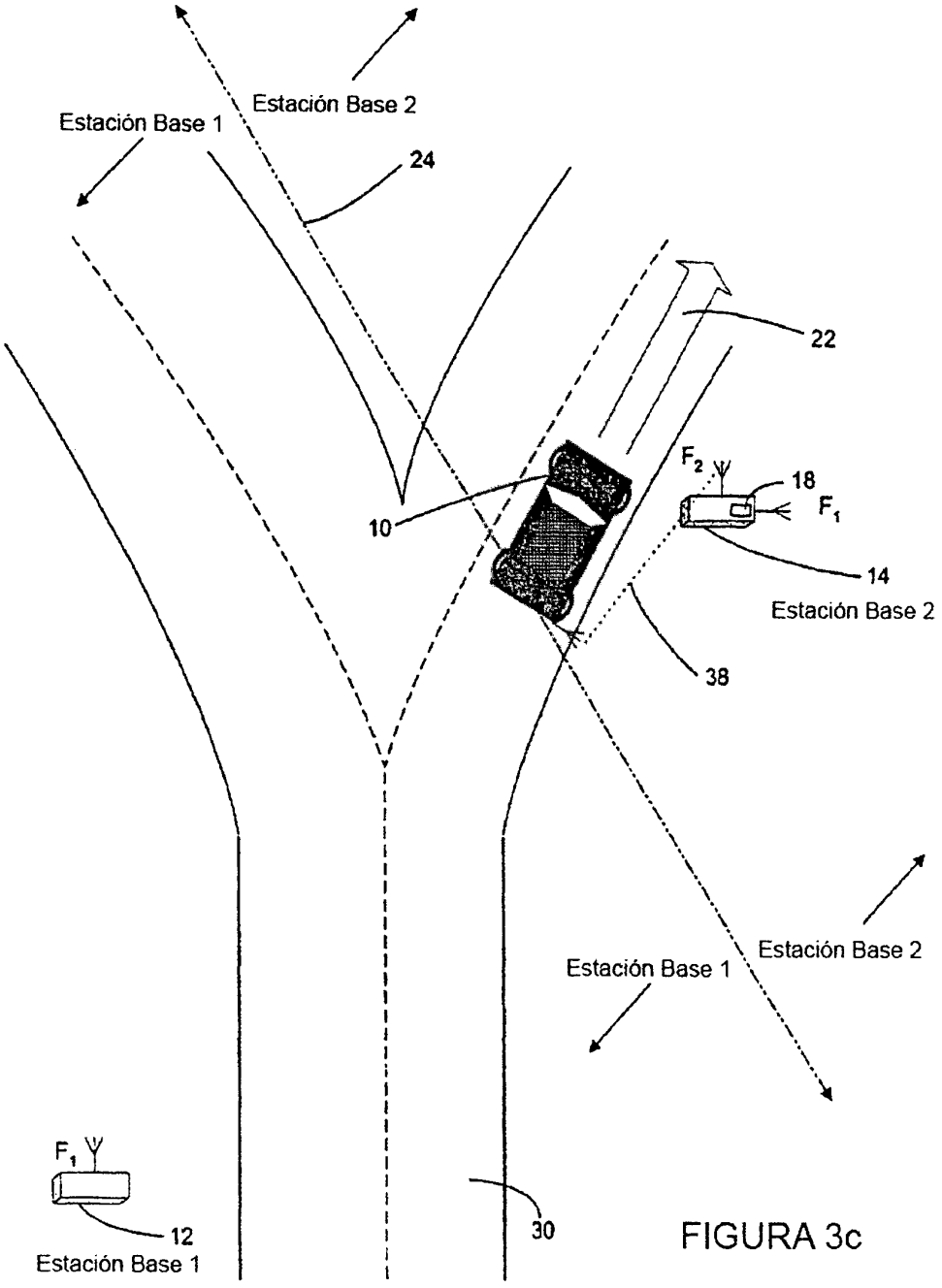

Estación Base 2
Estación Base 1
24
22
F_2
18
F_1
10
14
Estación Base 2
38
Estación Base 2
Estación Base 1
F_1
12
Estación Base 1
30

FIGURA 3c

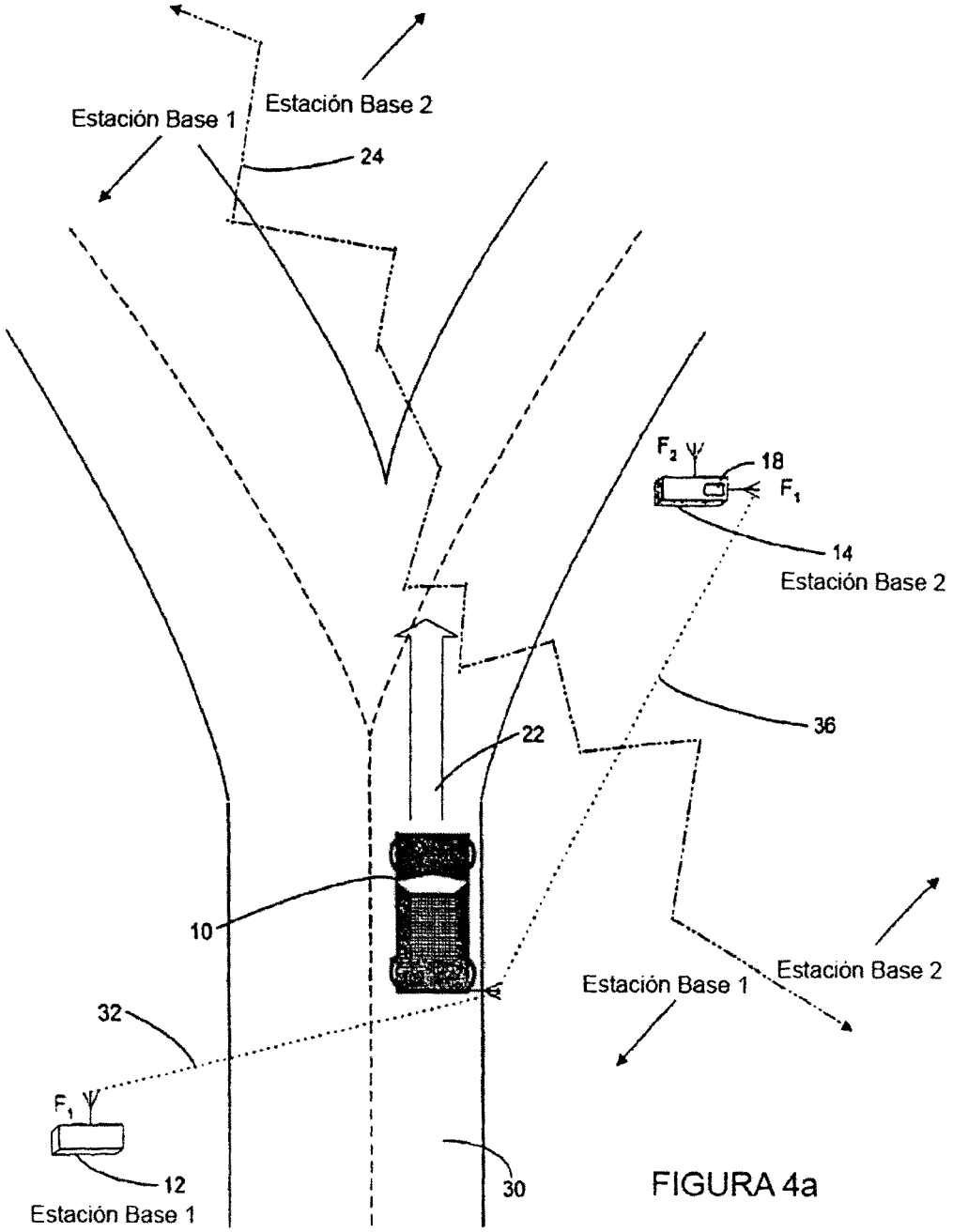

Estación Base 1
Estación Base 2
24
F2
18
F1
14
Estación Base 2
36
22
10
Estación Base 1
Estación Base 2
32
F1
12
Estación Base 1
30

FIGURA 4a

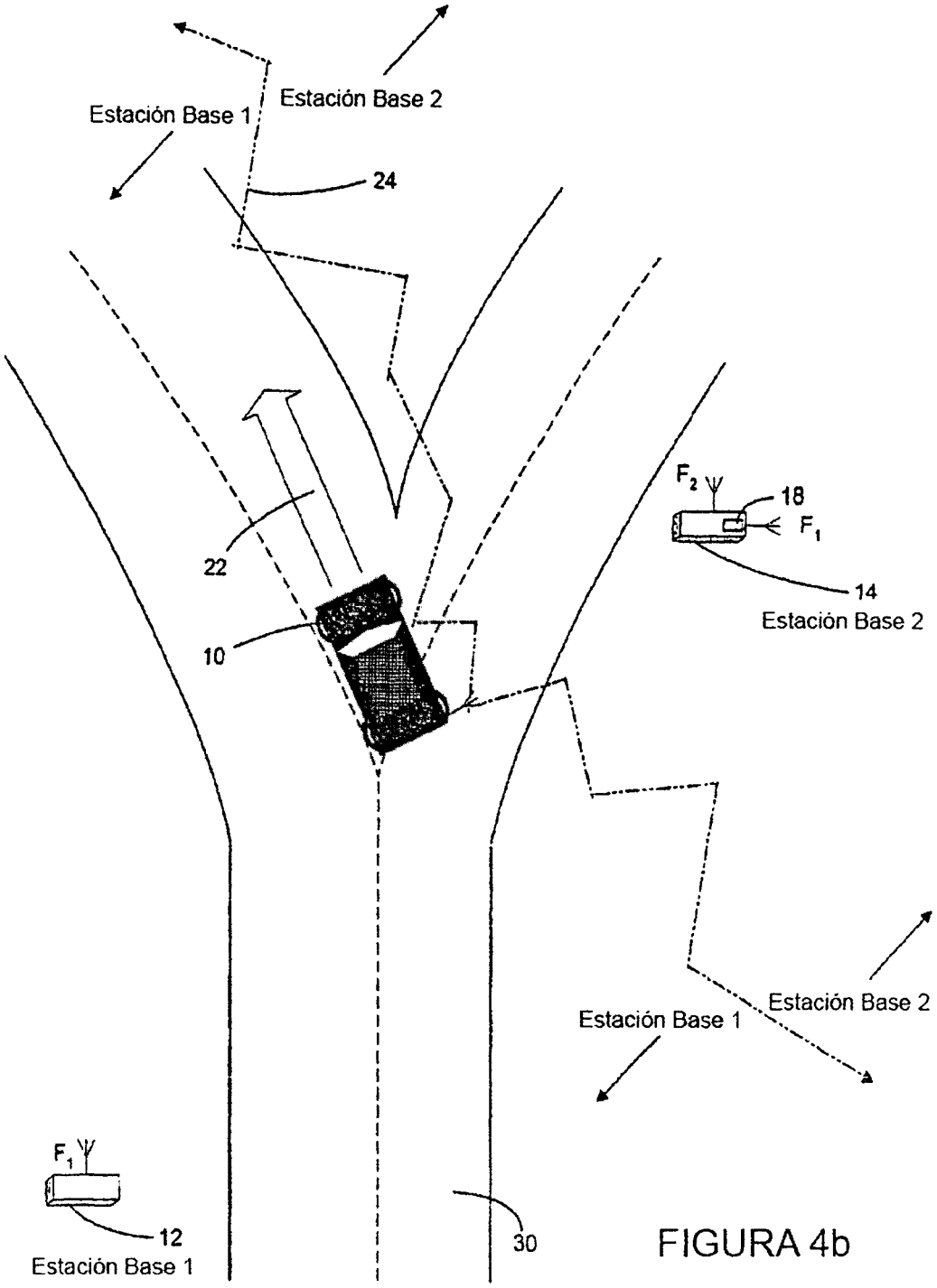

Estación Base 1
Estación Base 2
24
22
10
F2
18
F1
14
Estación Base 2
Estación Base 2
Estación Base 1
F1
12
Estación Base 1
30

FIGURA 4b

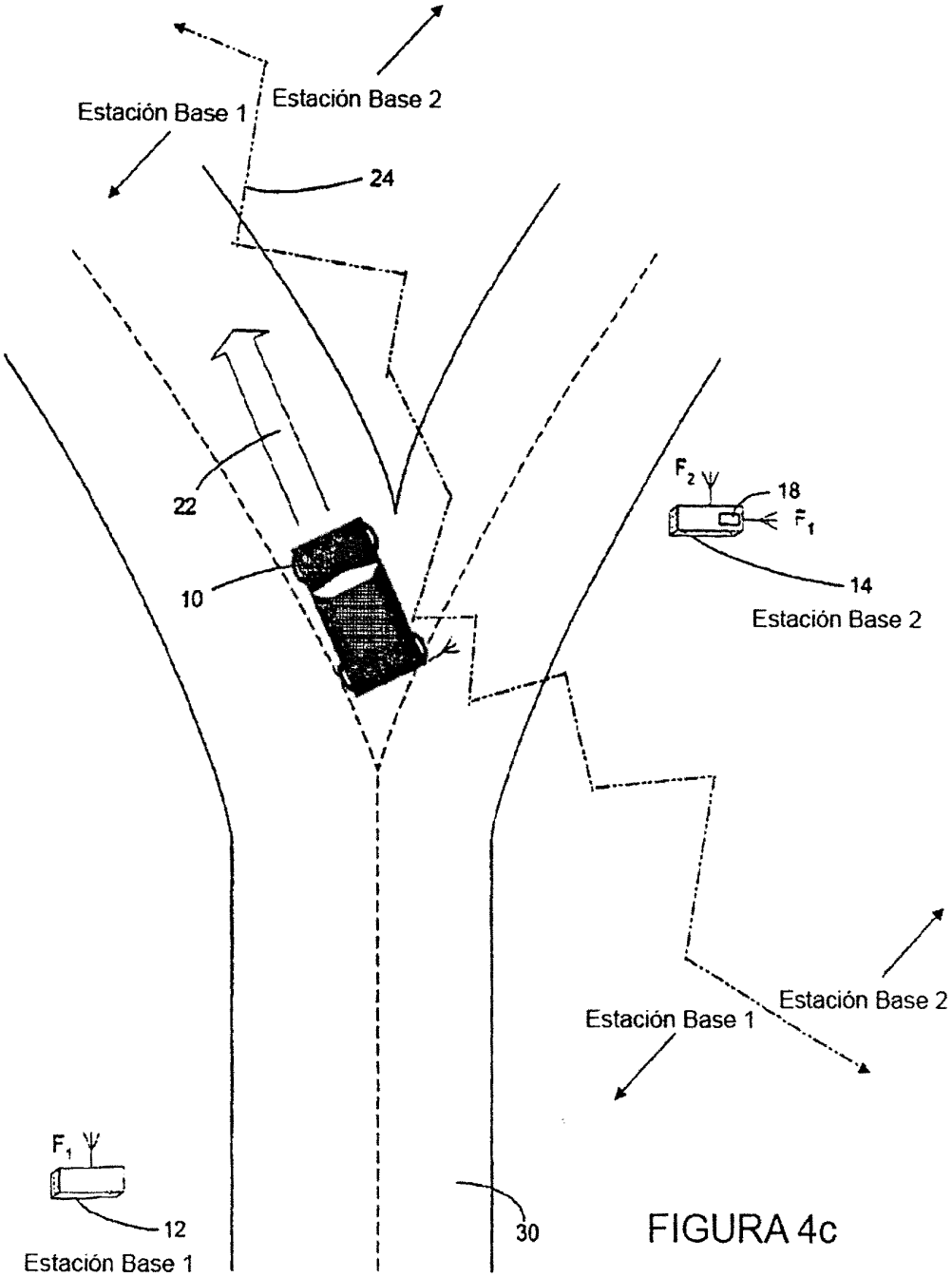

Estación Base 1
Estación Base 2
24
22
10
F2
18
F1
14
Estación Base 2
Estación Base 1
Estación Base 2
F1
12
Estación Base 1
30

FIGURA 4c

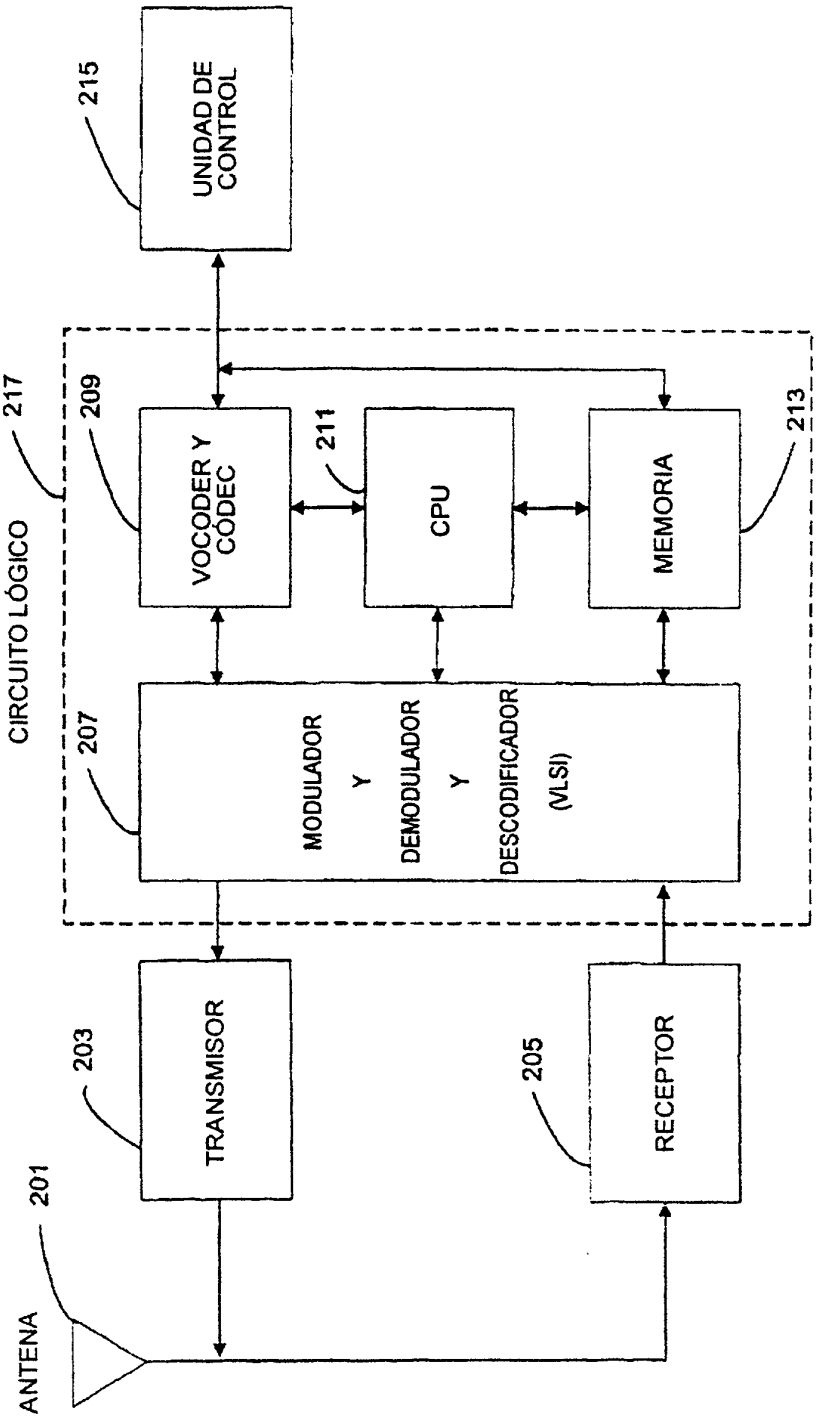

215
UNIDAD DE CONTROL
217
CIRCUITO LÓGICO
209
VOCODER Y CÓDEC
211
CPU
213
MEMORIA
207
MODULADOR Y DEMODULADOR Y DESCODIFICADOR (VLSI)
203
TRANSMISOR
205
RECEPTOR
201
ANTENA
Estación Móvil

FIGURA 5

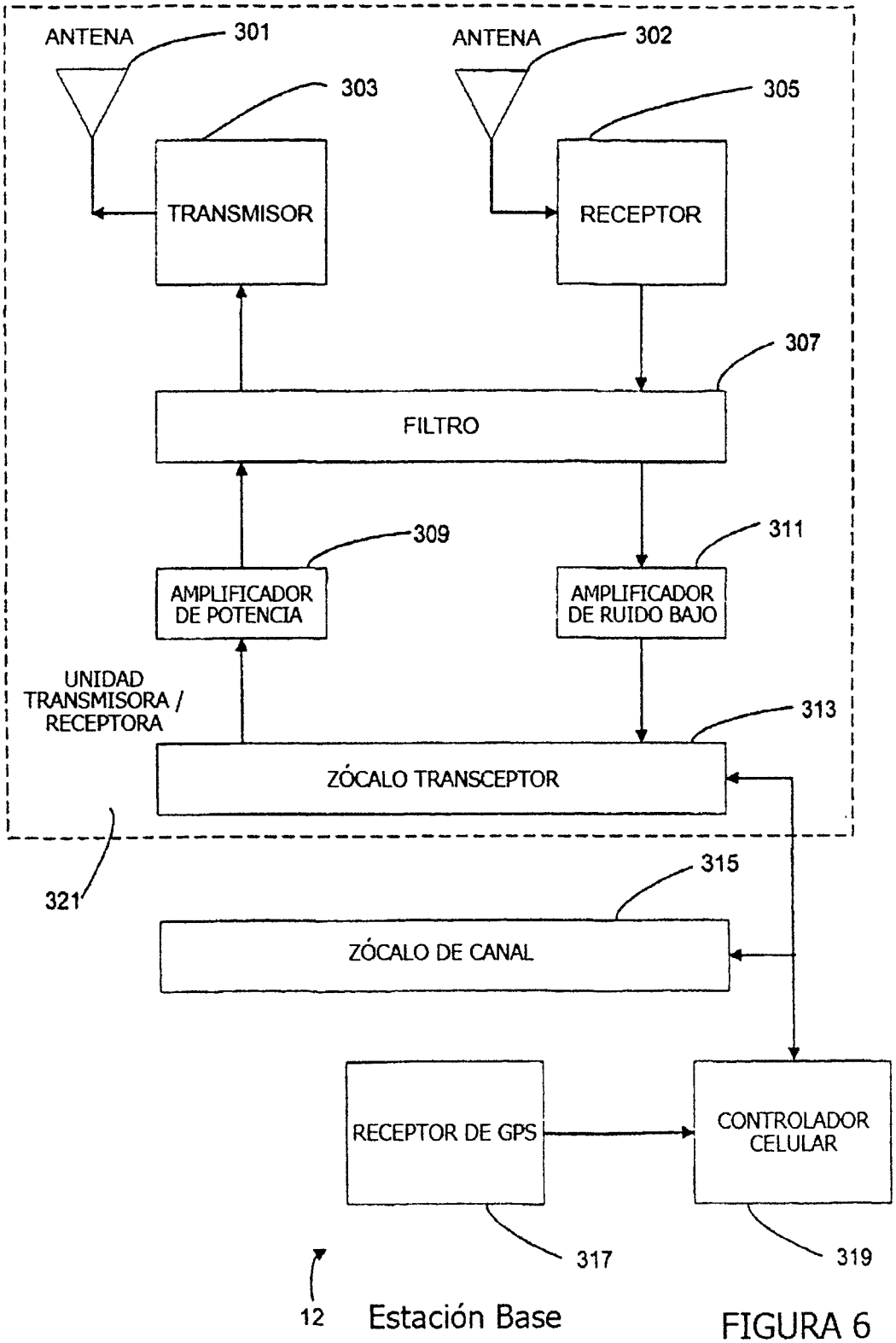

ANTENA
301
ANTENA
302
303
305
TRANSMISOR
RECEPTOR
307
FILTRO
309
311
AMPLIFICADOR DE POTENCIA
AMPLIFICADOR DE RUIDO BAJO
UNIDAD TRANSMISORA / RECEPTORA
313
ZÓCALO TRANSCEPTOR
321
315
ZÓCALO DE CANAL
RECEPTOR DE GPS
CONTROLADOR CELULAR
317
319
12
Estación Base

FIGURA 6

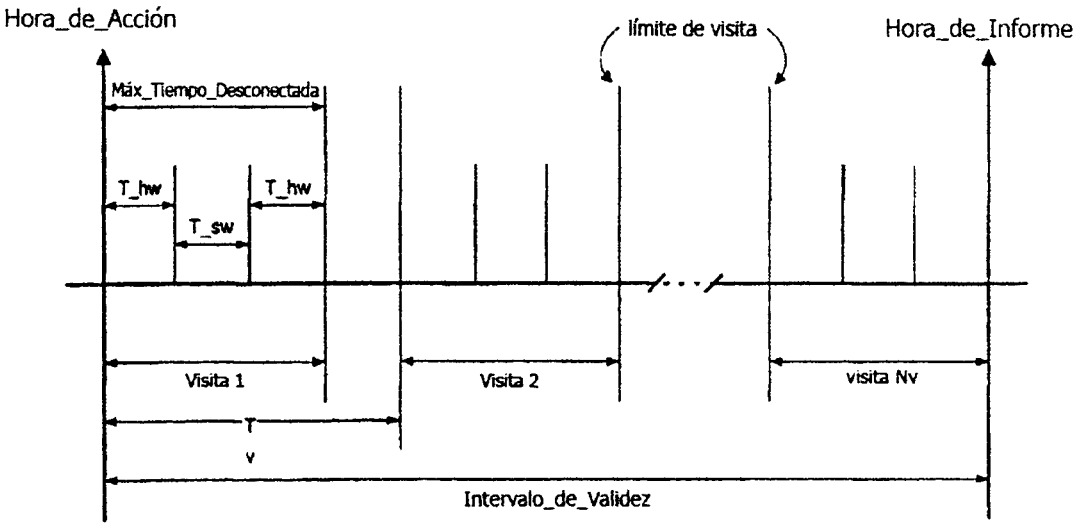
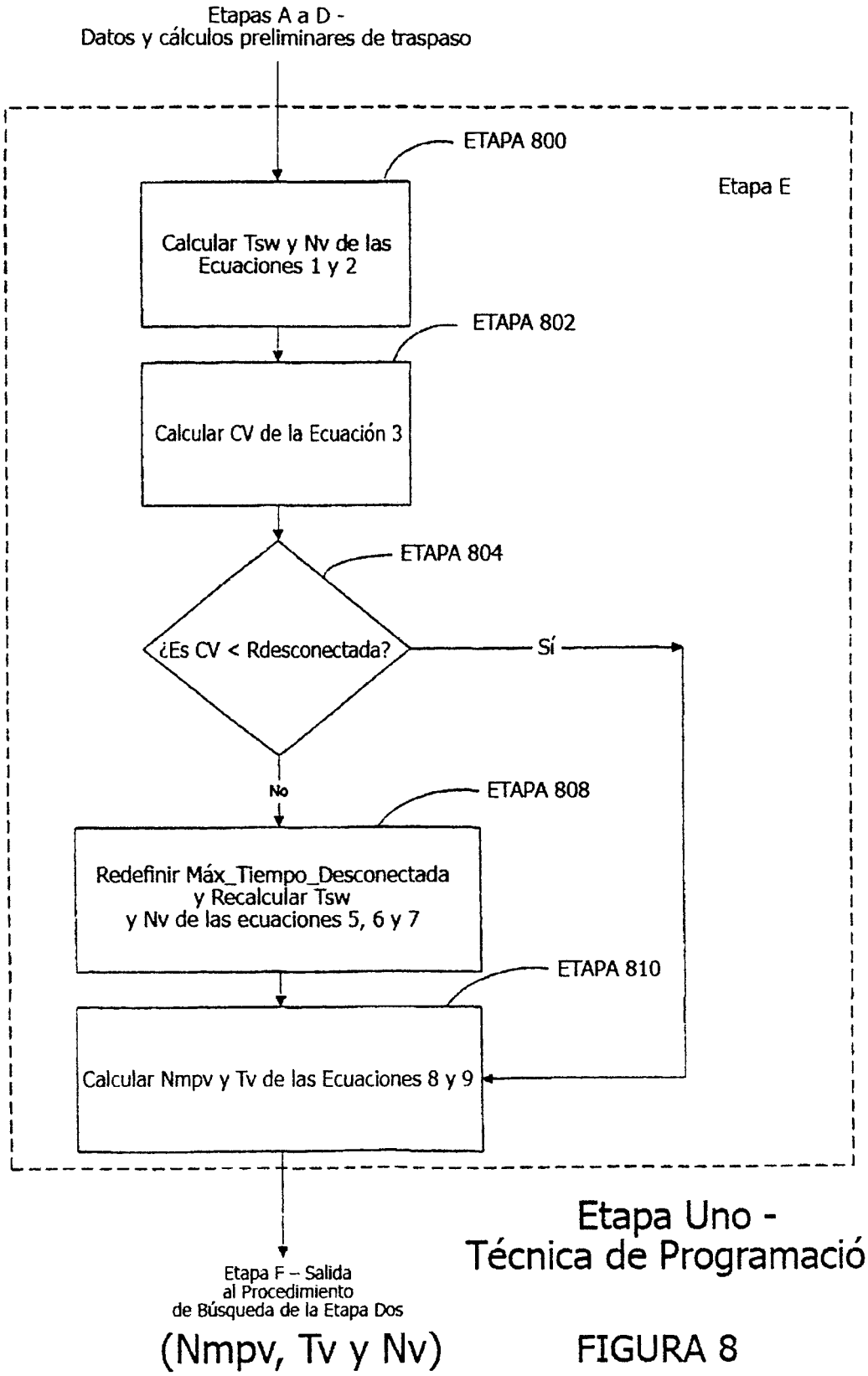
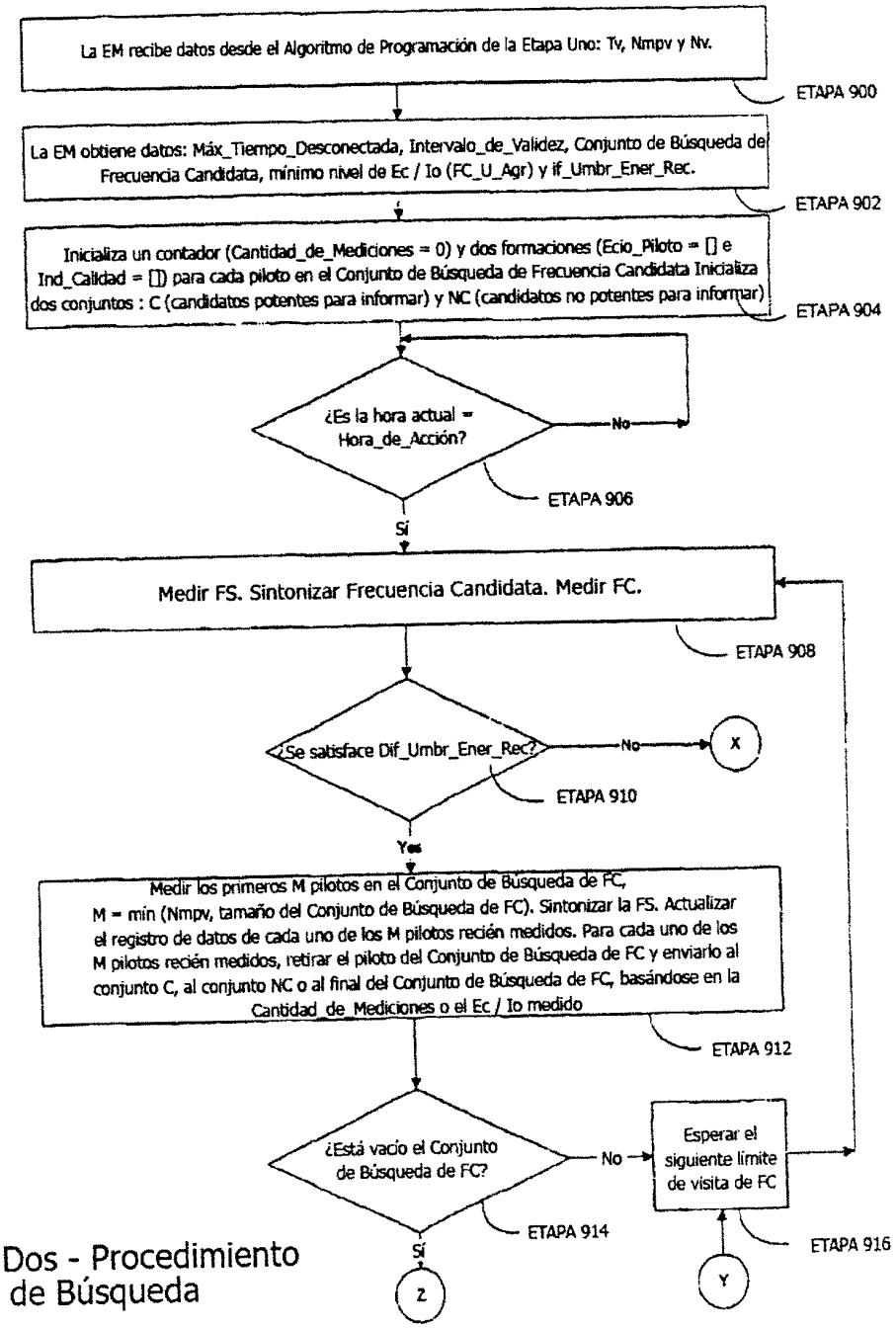

Hora_de_Acción
límite de visita
Hora_de_Informe
Máx_Tiempo_Desconectada
T_hw
T_hw
T_sw
Visita 1
Visita 2
visita Nv
T
v
Intervalo_de_Validez

FIGURA 7



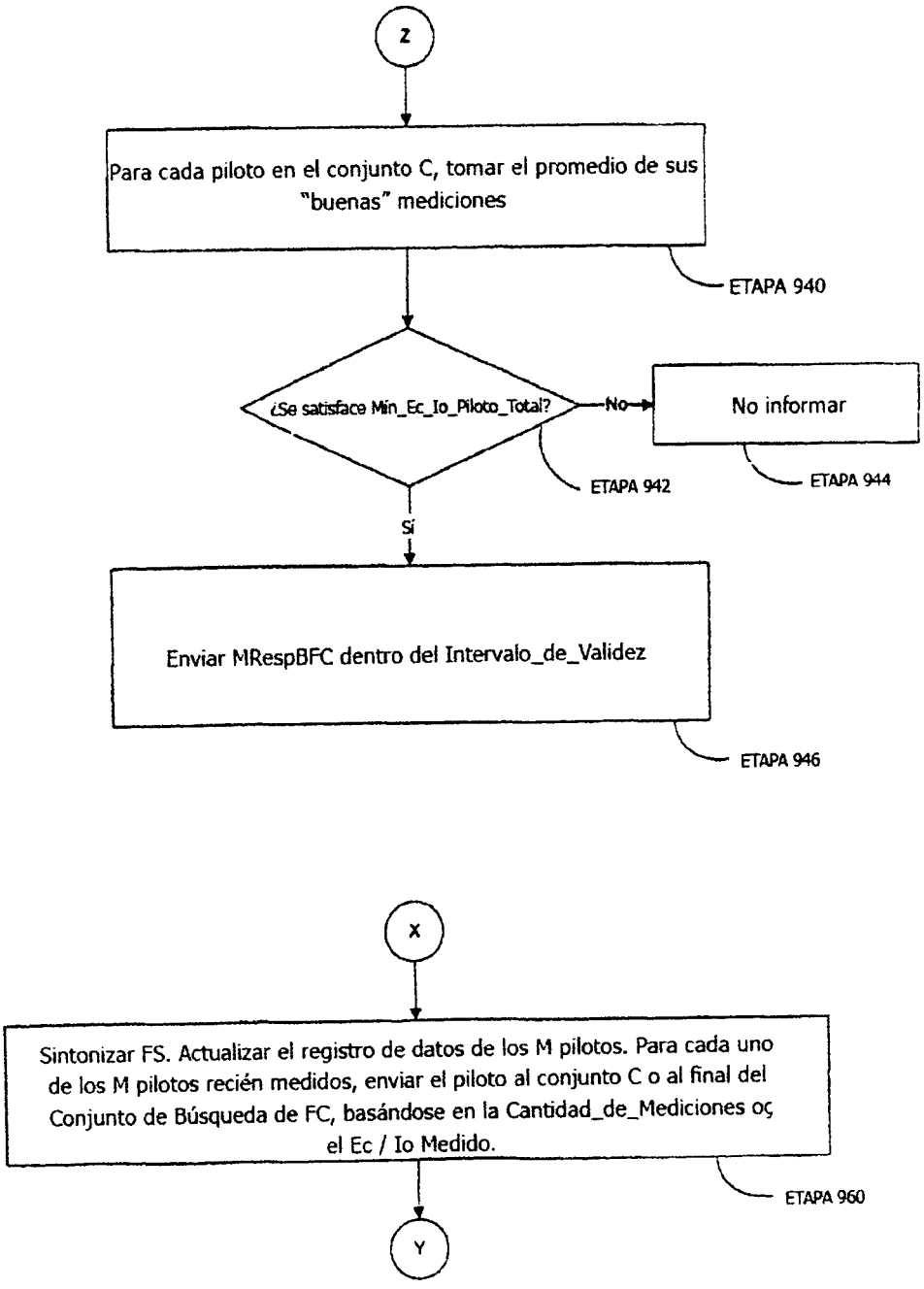
Etapa Uno -
Técnica de Programación

FIGURA 8



Etapa Dos - Procedimiento de Búsqueda

FIGURA 9a



Etapa Dos - Procedimiento de Búsqueda

FIGURA 9b