

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 822**

51 Int. Cl.:
H04W 48/16 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09002066 .0**
96 Fecha de presentación: **23.10.2000**
97 Número de publicación de la solicitud: **2053889**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.04.2009**

54 Título: **Método para actualizar una lista de canales de control en un sistema de comunicaciones móviles**

30 Prioridad:
25.10.1999 GB 9925234

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.11.2012

73 Titular/es:
**SEPURA PLC (100.0%)
RADIO HOUSE ST. ANDREWS ROAD
CAMBRIDGE CB4 1GR, GB**

72 Inventor/es:
**RAYNE, MARK WENTWORTH y
MCMAHON, PAUL**

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 389 822 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para actualizar una lista de canales de control en un sistema de comunicaciones móviles.

- 5 La presente invención se refiere a sistemas de comunicaciones de radio móviles y en particular a un método y a un aparato para habilitar a una unidad de radio móviles de un sistema de comunicaciones de radio móviles para encontrar y obtener un canal de radio para comunicarse con una estación de base del sistema de comunicaciones de radio móviles.
- 10 Como es conocido en el sector, para que una unidad de radio de móvil de un sistema de comunicaciones de radio móviles sea capaz de comunicarse con la red de radio fija (y por ello operar en el sistema de radio), la unidad de radio móvil debe ser sintonizada a un canal de radio de una estación de base del sistema de radio móvil. Esto significa que siempre que una unidad de radio móvil se activa primero, o migra a una nueva área, debe, antes de que pueda comunicarse con el sistema de radio, identificar y sincronizarse a un canal de radio de estación de base adecuada.
- 15 De manera similar, si es necesario que una unidad de radio móvil sea transmitida de una primera estación de base a una segunda estación de base durante una llamada en curso, la unidad de radio móvil debe ser capaz de identificar y sincronizarse a un canal de radio de la nueva estación de base.
- 20 Para minimizar cualquier interrupción en la comunicación cuando una unidad de radio móvil necesita encontrar la nueva estación de base, es deseable que la unidad de radio móvil sea capaz de reconocer y sincronizarse al canal de radio de la nueva estación de base lo más rápidamente posible, particularmente durante una transferencia (puesto que la transferencia ocurre deseablemente con la mínima interrupción posible en la comunicación).
- 25 Para facilitar la identificación de y la subsiguiente sincronización a un canal de radio de una estación de base adecuada, las unidades de radio móviles típicamente, como es conocido en el sector, almacenan una lista de frecuencias de radio utilizadas por las estaciones de base del sistema de radio y, cuando es necesario encontrar un nuevo canal de radio, sintonizan sucesivamente a cada frecuencia de la lista almacenada e intentar sincronizarse en cada frecuencia hasta que se encuentra un canal de radio adecuado.
- 30 La búsqueda de la sincronización del canal típicamente comprende que la unidad de radio móvil escuche en la frecuencia particular durante un periodo de tiempo limitado para intentar detectar una señalización de sincronización especial que debería existir en la frecuencia si está disponible y es adecuada para que la utilice la unidad de radio móvil. Si la unidad de radio móvil no detecta la señalización de sincronización durante el periodo de tiempo de espera, la unidad de radio móvil irá hacia otra frecuencia de su lista, y así sucesivamente, hasta que consigue sincronizarse en una frecuencia con una señal adecuada.
- 35 No obstante, en muchos sistemas de radio móviles, las señales de sincronización sólo pueden ser transmitidas a intervalos. Por ejemplo, las señales de sincronización son transmitidas en intervalos de 235 ms en el sistema de GSM (Sistema Global para comunicaciones mediante Telefonía Móvil – Global System for Mobile communications, en inglés). En el sistema de TETRA (TERrestrial Trunked RADio, en inglés) – Radio Truncada Terrestre, las señales de sincronización sólo pueden ser transmitidas en intervalos de hasta 4 segundos.
- 40 La búsqueda del periodo de tiempo de espera en cada frecuencia debe por lo tanto ser al menos el intervalo esperado entre señales de sincronización para permitir un tiempo suficiente para que se reciba una señal de sincronización, antes de intentar otra frecuencia. En la práctica, el tiempo de espera a menudo será mayor de un solo intervalo de señal de sincronización, puesto que típicamente, se permite un tiempo suficiente para recibir dos o tres señales de sincronización en cada frecuencia con el fin, por ejemplo, de reducir los efectos del desvanecimiento que provocan que se reciban inadecuadamente señales de sincronización adecuadas.
- 45 Así, por ejemplo, identificar y sincronizar en una buena señal de TETRA podría llevar más de 1 minuto si la unidad de radio móvil acaba de ser conectada en una nueva área y tiene una lista, por ejemplo, de sesenta frecuencias entre las que buscar. Tal retardo en la obtención de canal no es deseable, puesto que aumenta la interrupción en las comunicaciones cuando se requiere un nuevo canal de radio.
- 50 Se conoce por lo tanto modificar el proceso de búsqueda de canal de radio en una estación de base para intentar reducir el posible retardo en identificar y sincronizar a un nuevo canal de radio de estación de base.
- 55 Por ejemplo, en algunos sistemas de radio, incluyendo el sistema de TETRA, las frecuencias utilizadas por estaciones de base adyacentes pueden emitir hacia unidades de radio móviles, de manera que el número de frecuencias que deben buscarse para una señal de radio adecuada cuando se pasa a un área adyacente puede reducirse. No obstante, incluso en ese caso, tener que realizar una pausa en cada posible frecuencia durante varios
- 60

segundos incluso de una lista de búsqueda reducida puede todavía significar que lleva hasta un minuto encontrar una señal fuerte y sincronizar a la misma.

5 Otro método común de acelerar el escaneo de frecuencias potenciales en la lista de frecuencias es sintonizar a cada una de las frecuencias durante un periodo de tiempo relativamente corto para medir el nivel de señal en la frecuencia (pero no necesariamente durante el tiempo suficiente para recibir una señal de sincronización). La unidad de radio móvil entonces registra el nivel de señal y pasa a la siguiente frecuencia que debe ser inspeccionada. Este proceso se repite típicamente varias veces, como es conocido en el sector, para construir un conjunto de mediciones de nivel de señal espaciadas para cada frecuencia, cuyas medidas son a continuación, por ejemplo, promediadas para proporcionar una estimación de nivel de señal global para la frecuencia. Cuando la unidad de radio móvil ha pasado por toda su lista de frecuencias candidatas un número suficiente de veces, las ordena por nivel de señal y, empezando con la frecuencia que tiene el nivel de señal más alto medido, vuelve a las frecuencias para escuchar durante un periodo de tiempo más largo señales de sincronización en cada frecuencia sucesivamente hasta que se alcanza la sincronización.

15 Esta técnica ayuda a reducir el tiempo de obtención de canal de radio. No obstante, los Solicitantes han reconocido que puede aún haber problemas. Por ejemplo, las frecuencias en las que hay señales que producen fuertes interferencias con niveles de señal relativamente elevados tenderán aún a estar situadas en la parte superior de la lista de frecuencias revisadas para ser examinada con detalle a continuación del escaneo de frecuencias más rápido inicial, incluso si esas frecuencias pudiesen no ser utilizables en la práctica. Así, una unidad de radio móvil puede aún perder tiempo tratando de obtener sincronización en una señal inapropiada antes de continuar analizando la lista para elegir un canal de radio de la estación de base compatible.

20 El documento EP 0522885, en el cual están caracterizadas las reivindicaciones independientes, describe un método y una disposición de detectar un canal de control en un sistema de comunicaciones móviles. El documento EP 0948226 describe un método para operar una estación móvil de acceso múltiple por división de código (CDMA – Code Division Multiple Access, en inglés). El documento US 5794147 describe un método para situar canales de control no estándares en sistemas celulares privados.

25 En un aspecto de la presente invención se proporciona un método de acuerdo con la reivindicación 1. En otro aspecto de la presente invención se proporciona una unidad de radio móvil de acuerdo con la reivindicación 7.

30 De acuerdo con una realización de la presente invención, la unidad de radio móvil almacena una lista de frecuencias de objetivo para escanear en busca de una frecuencia adecuada para comunicarse con una estación de base del sistema de radio, y el método comprende también:

35 el que la unidad de radio móvil escanee cada frecuencia de su lista y determina para cada frecuencia el nivel de señal en esa frecuencia;
 40 el que la unidad de radio móvil determine un orden de frecuencias revisado sobre la base de los niveles de señalización determinados y las evaluaciones de características para cada frecuencia; y
 el que la unidad de radio móvil intente sincronizar a las frecuencias del orden de frecuencias revisado en el orden del orden de frecuencias revisado.

45 De acuerdo con una realización de la presente invención, se utilizan varias frecuencias para comunicaciones de radio, y la unidad de radio móvil comprende también:

50 un medio para almacenar la lista de frecuencias utilizadas por el sistema de radio;
 un medio para determinar para cada frecuencia escaneada el nivel de señal de la señal en esa frecuencia;
 un medio para determinar un orden frecuencias revisado basándose en los niveles de señal determinados de cada frecuencia y en las evaluaciones de si cada frecuencia tiene la característica particular del sistema de radio; y
 un medio para intentar sincronizar a las frecuencias en el orden de frecuencias revisado en el orden del orden de frecuencias revisado.

55 En una realización de la presente invención, como en las técnicas de búsqueda de frecuencias conocidas, se lleva a cabo un escaneo inicial de la lista de frecuencias almacenada por la unidad de radio móvil, pero así como determinar el nivel de señal de cada frecuencia durante el escaneo inicial, se lleva a cabo también una evaluación acerca de si la señal en la frecuencia particular tiene una característica particular del sistema de radio. Los resultados de la evaluación del nivel de señal y de la característica son entonces utilizados juntos para obtener un orden revisado en el cual escanear las frecuencias para señales de sincronización.

60 Los Solicitantes han reconocido que muchos sistemas de radio tendrán propiedades características para sus señales que pueden ser identificadas con relativa rapidez y las distinguirán de señales de otros sistemas de radio. Así, evaluar si la señal en cada frecuencia tiene la característica particular relevante proporciona una evaluación de

la probabilidad de que la señal en esa frecuencia sea del sistema de radio correcto. La evaluación de si la señal tiene la característica particular relevante puede también proporcionar una medida de la probabilidad de que una señal sea 'útil', puesto que, si la señal muestra fuertemente la característica relevante de la señal, ello sugeriría que la señal es válida y útil.

5 Así, la evaluación acerca de si la señal tiene la característica particular relevante puede ser utilizada para situar señales con mayor probabilidad de pertenecer al sistema de radio correcto y con mayor probabilidad de ser utilizables hacia la parte superior de la lista de frecuencias revisadas para el escaneo de sincronización con el fin de reducir la posibilidad de tratar de sincronizar a una señal extraña o incompatible antes de considerar señales más adecuadas.

10 Así, la realización de la presente invención proporciona un proceso refinado para seleccionar esas señales (es decir, frecuencias) para intentar sincronizar primero a ellas, lo que puede ser utilizado para mejorar el orden en el cual son escaneadas las frecuencias para la sincronización, para escanear primero las que parecen ser señales más adecuadas y por ello reducir la posibilidad de perder tiempo intentando sincronizar a señales incompatibles, y para mejorar la velocidad a la cual se obtiene una nueva frecuencia adecuada (y por lo tanto estación de base).

15 El escaneo de frecuencias más rápido inicial puede ser llevado a cabo como se desee. Por ejemplo, la unidad de radio móviles podría realizar una pausa una vez en cada frecuencia de su lista sucesivamente, para llevar a cabo la evaluación de la señal. No obstante, el escaneo inicial es preferiblemente llevado a cabo por la unidad de radio móvil realizando varias mediciones a intervalos separados en cada frecuencia, preferiblemente volviendo a cada frecuencia para ser escaneada a intervalos separados durante el escaneo inicial, por ejemplo, de manera que se lleva a cabo una evaluación en cada frecuencia de manera sucesiva, y el ciclo de mediciones sobre las diferentes frecuencias se repite varias (por ejemplo dos o más) veces. Este método asegura que muestras de señal evaluadas sucesivamente en cada frecuencia están relativamente bien separadas en el tiempo, proporcionando con ello un mejor promedio de las mediciones, y ayudando a asegurar que no todas las mediciones en una frecuencia son llevadas a cabo durante el mismo desvanecimiento (a menos que el receptor sea estacionario).

20 La lista de frecuencias para ser escaneadas podría ser la lista de todas las frecuencias utilizadas por el sistema de radio, o podría ser una lista reducida, por ejemplo sólo de aquellas frecuencias que se sabe que están en uso en el área particular, o en celdas adyacentes, como es conocido en el sector.

25 El nivel de señal para cada frecuencia puede ser estimado como se desee y de cualquier manera adecuada conocida en el sector.

30 La característica del sistema de radio para el cual las señales son evaluadas puede ser seleccionada como se desee. Debería ser una característica del sistema que puede ser utilizada para distinguirla de otros sistemas de radio. Tampoco debería llevar demasiado tiempo evaluar y preferiblemente puede ser evaluado en el mismo tiempo que lleva determinar el nivel de señal, es decir de manera que la evaluación de la característica no aumente la duración del escaneo de frecuencia más rápido inicial. Puede considerarse más de una característica si se desea. Preferiblemente, la característica de la señal es evaluada, y las características de la señal observadas son entonces comparadas con las características esperadas para el sistema de radio, por ejemplo, para ver su nivel de correspondencia, para evaluar si la señal tiene la característica requerida.

35 En una realización particularmente preferida, la evaluación de la característica de la señal comprende evaluar si la señal tiene una característica del esquema de modulación de radio utilizado en el sistema de radio. Los Solicitantes han reconocido que muchos sistemas de radio utilizan esquemas de modulación de radio particulares cuyos esquemas de modulación tienen características particulares que pueden ser evaluados con relativa rapidez. Así, considerar la modulación de la señal puede proporcionar una buena evaluación de su conveniencia.

40 Por ejemplo, en el sistema de TETRA, se emplea modulación de $\pi/4$ DQPSK (Codificación por Desplazamiento de Fase Cuaternaria Diferencial de $\pi/4 - \pi/4$ Differential Quaternary Phase Shift Keying, en inglés). Esta forma de modulación tiene la característica particular de que existe una desviación de fase de $\pm \pi/4$ ó $\pm 3\pi/4$ radianes entre cada símbolo transmitido (nunca hay una desviación de fase de cero radianes). El sistema de GSM, por otro lado, utiliza modulación de GMSK (Codificación por Desviación Mínima Gausiana - Gaussian Minimum Shift Keying, en inglés), que emplea desviaciones de fase de $\pm \pi/2$ radianes con respecto a una portadora de RF (Radio Frequency - Radio Frecuencia, en inglés) constante. En este caso se permite una desviación de fase de cero, así que una característica de la modulación de GMSK es la presencia de desviaciones de fase de cero radianes o de π radianes entre símbolos sucesivos (más específicamente un $+\pi$ está siempre seguido por 0 ó $-\pi$ y ningún $+\pi$ puede seguir a $+\pi$ y a ninguno de los 0s subsiguientes hasta que $-\pi$ ha ocurrido; un $-\pi$ está siempre seguido por 0 ó por $+\pi$, y ningún $-\pi$ puede seguir a un $-\pi$ ni a ninguno de los 0s subsiguientes hasta que ha ocurrido un $+\pi$). Otros esquemas de modulación (tales como 16QAM) tienen otras características que pueden ser detectadas de una manera apropiada. Por ejemplo, un esquema de modulación de cuatro niveles (FM - Four Level, en inglés) mostrará

modulación de FM con transiciones entre cuatro frecuencias de modulación diferentes, y de este modo mostrarán desviaciones de frecuencia características.

5 Así, en una realización particularmente preferida, la evaluación acerca de si la señal en una frecuencia particular tiene una característica particular del sistema de radio comprende una evaluación acerca de si la señal muestra las características de desviación de fase o de frecuencia particulares del esquema de modulación del sistema de radio. Esto podría ser evaluado analizando las desviaciones de fase o de frecuencia entre sucesivas muestras o porciones, por ejemplo, símbolos, en la señal de la frecuencia y comparando las desviaciones de fase o de frecuencia observadas con las desviaciones de fase o de frecuencia esperadas para el esquema de modulación deseado, por ejemplo, para ver cómo se corresponden, para evaluar si la señal lleva la forma requerida de modulación.

10 El análisis de las desviaciones de fase o de frecuencia puede ser llevado a cabo como se desee y debería ser llevado a cabo al mismo tiempo que se realiza la determinación del nivel de señal. Así, en un sistema de TETRA, por ejemplo, durante los, digamos, 5 ms utilizados para medir y promediar el nivel de señal, las desviaciones de fase entre cada símbolo sucesivo recibidas durante ese periodo podrían medirse. De manera similar, donde una frecuencia es evaluada varias veces en el escaneo inicial mediante, por ejemplo, la medición de las características de nivel de señal y de modulación durante un tiempo menor, por ejemplo, 1 ms, y cambiando a continuación de frecuencia y repitiendo el ciclo, por ejemplo, 5 veces y promediando las cinco mediciones, las desviaciones de fase entre cada símbolo sucesivo recibido durante cada periodo de escaneo podrían medirse. En el sistema de TETRA, cada símbolo tiene una duración de 56 microsegundos, así que en el sistema de TETRA podrían examinarse hasta 90 desviaciones de fase de símbolos en el periodo de 5 ms (o hasta 18 en un periodo de 1 ms).

15 Las desviaciones de fase y de frecuencia medidas pueden ser utilizadas como se desee para evaluar si la señal tiene la característica particular. Por ejemplo, podrían considerarse los valores reales de las desviaciones de fase. La evaluación podría, por ejemplo, comprender mirar si se observan valores y/o secuencias de desviaciones de fase o de frecuencia apropiados.

20 Por ejemplo, si se estuviese viendo una señal de TETRA, pero se detectan desviaciones de fase aleatorias, entonces eso indicaría una señal de TETRA muy pobre. Si fuesen prevalentes las desviaciones de fase cercanas a 0 ó a $\pi/2$, eso indicaría una señal de fuerte interferencia que utiliza un esquema de modulación diferente.

25 En otra disposición las desviaciones de fase medidas para los símbolos podrían ser mapeadas a un cuadrante común (por ejemplo el primero) (es decir, habiéndose eliminado sus diferencias de fase inducidas por la modulación) para obtener un valor de desviación de fase medio y ese valor podría ser comparado con el valor esperado para el esquema de modulación utilizado por el sistema de radio. La variación en los valores podría ser también considerada.

30 En una realización particularmente preferida, la evaluación acerca de si la señal escaneada tiene o no la característica particular comprende asignar una probabilidad de que la señal tenga esa característica basándose en la evaluación de la señal. Preferiblemente se utilizan tres niveles de probabilidad relativa, baja, media y alta. Así, preferiblemente el ajuste de la señal candidata a la característica deseada se mide sobre una escala de probabilidad y la probabilidad de una coincidencia, por ejemplo, la probabilidad de que lleve la forma de modulación requerida, registrada. Por ejemplo, la diferencia de la desviación media de fase o de frecuencia con respecto al valor esperado si la señal fuese a llevar la forma de modulación correcta y/o la proporción de valores de desviación de fase o de frecuencia medidos que tienen el valor del esquema de modulación deseado podría ser utilizada para clasificar con qué probabilidad pertenecerá la señal al sistema de radio correcto.

35 La reordenación de la lista de frecuencias después de que se ha completado el escaneo más rápido inicial puede ser llevada a cabo como se desee, basándose en los niveles de señal determinados y en las evaluaciones de la característica del sistema de radio.

40 Los Solicitantes han reconocido que una señal válida pero débil tenderá a mostrar una probabilidad de baja a media de ser válida para el sistema de radio (puesto que las señales débiles tenderán a sufrir de mucha distorsión de multi-ruta y esto introducirá errores en la señal), pero un nivel de señal mayor, señal válida, tendrá una mayor probabilidad. Por otro lado, una señal fuerte que muestre una baja probabilidad de ser válida puede ser razonablemente rechazada.

45 Así, en una realización particularmente preferida las frecuencias que tienen señales con una alta probabilidad de ser válidas (es decir, cuya evaluación muestra que tienen probablemente la característica particular) son consideradas en primer lugar, preferiblemente en orden de nivel de señal (primero la de nivel más alto), y así sucesivamente, siendo las señales con la probabilidad más baja de ser válidas consideradas en último lugar. En tal disposición, la unidad de radio móvil intentará sincronizar a señales que tienen un nivel de señal más alto y una buena evaluación de que tienen primero la característica particular, y sólo después de la sincronización a aquellas señales que han

fallado intentará la unidad de radio móvil sincronizar a señales cuya evaluación muestra una menor probabilidad de que sean válidas.

5 El orden de frecuencia revisado que se utiliza para el escaneo de sincronización puede incluir todas las frecuencias en la lista de escaneos de frecuencia más rápida inicial, pero esto no es esencial y podría incluir menos frecuencias. Por ejemplo, en una realización preferida, las señales que se encuentran que tienen un nivel de señal indeseablemente bajo no están incluidas en el escaneo de sincronización. Esto puede lograrse utilizando un nivel de
10 señal de umbral para eliminar señales de nivel de señal indeseablemente bajo a partir del escaneo de sincronización. De manera similar, las señales que tiene menos de una probabilidad dada de tener la característica del sistema de radio correcta podrían ser eliminadas de y no estar incluidas en la lista de orden de frecuencias de escaneo de sincronización.

15 El escaneo de sincronización debería típicamente detenerse una vez que la unidad móvil encuentra una frecuencia adecuada para sincronizar a la misma. Si la unidad móvil escanea todas las frecuencias en la lista de orden de frecuencias revisada de manera sucesiva sin encontrar una señal adecuada podría detener su escaneo de sincronización entonces (y, por ejemplo, informar al usuario de acuerdo con ello), o bien, por ejemplo, repetir el escaneo (durante, por ejemplo, hasta un número predeterminado de veces) antes de determinar finalmente que la sincronización no es posible.

20 En una realización particularmente preferida de la presente invención, durante el escaneo de sincronización cuando la unidad de radio móvil está esperando una señal de sincronización e intentando sincronizar a cada frecuencia, la unidad de radio móvil lleva a cabo una evaluación acerca de si la señal a la está intentando sincronizar tiene la característica particular del sistema de radio, es decir, pertenece a su sistema de radio, e interrumpe y aborta su
25 espera e intento de sincronización a esa frecuencia, y pasa a la siguiente frecuencia de su lista, si determina que la señal no tiene las características particulares (es decir, no pertenece a su sistema de radio), por ejemplo determina que existe más de una probabilidad particular de que la señal no tenga la característica particular. Esto permite que la unidad de radio móvil aborte antes un intento de sincronización con una frecuencia inadecuada. Esta disposición puede ser ventajosa, porque la pausa en una frecuencia dada cuando se intenta sincronizar a ella es más larga que el tiempo que lleva evaluar cada señal durante el escaneo de frecuencia más rápido inicial, y así, puede llevarse a
30 cabo una evaluación más fiable de la característica de señal, puesto que, por ejemplo, la unidad de radio móvil puede tener más tiempo para integrar las desviaciones de fase entre símbolos que durante el escaneo de frecuencia más rápido inicial.

35 Se cree que utilizar una evaluación de la validez de una señal de radio para abortar un intento de sincronización es nuevo y útil por sí mismo.

De nuevo, la evaluación acerca de si la señal de radio tiene una característica particular del sistema de radio se basa preferiblemente en evaluar si tiene o no una característica del esquema de modulación de radio utilizado por el sistema de radio.

40 Aunque la presente invención ha sido descrita anteriormente con respecto a la operación de escaneo de sincronización de una unidad de radio móvil que está buscando un canal de radio, se considera que la idea de evaluar si una señal de radio en una frecuencia dada tiene una característica particular de un sistema de radio dado puede resultar útil también en otras circunstancias. Por ejemplo, en algunos sistemas de radio no truncados una
45 unidad de radio móvil puede necesitar establecer que una frecuencia de radio está disponible para su utilización, es decir, que no haya ninguna señal de otra unidad de radio del mismo sistema de radio presente en la frecuencia, antes de que pueda alcanzar la frecuencia para su utilización. Por ejemplo, en el modo directo de TETRA, no se permite que un nuevo transmisor empiece a utilizar un canal de radio (frecuencia) hasta que ha verificado que no existe una señal de TETRA ya presente por encima de algún umbral de nivel de señal bajo, es decir, el canal está
50 "vacío". Tal evaluación podría ser llevada a cabo evaluando si existe una señal en la frecuencia que tenga las características, por ejemplo modulación, del sistema de radio particular.

55 Así, existen muchas situaciones en las que una unidad de radio móvil necesita ser capaz de confirmar la ausencia de un tipo de señal particular, y se cree que la técnica de la presente invención de evaluar si la señal en una frecuencia tiene una característica particular de un sistema de radio podría ser utilizada ventajosamente para tal verificación.

Así, de acuerdo con una realización de la presente invención, el método comprende que la unidad de radio móvil:

60 lleve a cabo una determinación de si la frecuencia ya lleva o no una señal del sistema de radio basándose en la evaluación de la característica para la frecuencia.

De acuerdo con una realización de la presente invención, la unidad de radio móvil comprende:

medios para realizar una determinación acerca de si la frecuencia ya lleva o no una señal del sistema de radio, basándose en la evaluación de la característica para la frecuencia.

5 En estas realizaciones de la presente invención la unidad de radio móvil preferiblemente determina si llevar a cabo una acción o no, en relación con la frecuencia de radio particular, tal como, por ejemplo, transmitir en la frecuencia o intentar sincronizar a la frecuencia, sobre la base de la evaluación de la característica para la frecuencia.

10 Estas realizaciones de la presente invención pueden incluir, apropiadamente, cualquiera o todas las características preferidas y opcionales explicadas anteriormente en relación con los aspectos de la invención. De este modo, la evaluación de si la señal tiene la característica particular relevante se basa preferiblemente en evaluar si tiene o no una característica del esquema de modulación, tal como desviaciones particulares de frecuencia o de fase, utilizadas por el sistema de radio.

15 En esta disposición donde sea apropiado, la unidad de radio móvil podría buscar o escanear en una lista de frecuencias utilizadas por el sistema, y llevar a cabo una evaluación en cada frecuencia, hasta el momento en el que encuentra una frecuencia libre para ser utilizada.

20 Los métodos de acuerdo con la presente invención pueden ser implementados al menos parcialmente utilizando software, por ejemplo, programas de ordenador. Se verá de este modo que las realizaciones de la presente invención proporcionan software de ordenador específicamente adaptado para llevar a cabo los métodos descritos anteriormente en esta memoria cuando se instala en un medio de procesamiento de datos, y un elemento de programa de ordenador que comprende porciones de código de software de ordenador para llevar a cabo los métodos descritos anteriormente en esta memoria cuando se instalan en un medio de procesamiento de datos. Las realizaciones de la invención también se extienden a un portador de software de ordenador que comprende tal software que cuando se utiliza para operar una unidad de radio móvil o un sistema de radio que comprende un ordenador digital provoca junto con el citado ordenador que la citada unidad de radio móvil o sistema lleven a cabo las etapas del método de la presente invención. Tal portador de software de ordenador podría ser un medio de almacenamiento físico tal como un microprocesador de ROM, un CD ROM o disco, o podría ser una señal tal como una señal electrónica mediante cables, una señal óptica o una señal de radio tal como un satélite o similar.

25 También resultará evidente que no todas las etapas del método de la invención necesitan ser llevadas a cabo por el software de ordenador y por ello a partir de otra realización amplia de la presente invención proporciona software de ordenador y tal software instalado en un portador de software de ordenador para llevar a cabo al menos una de las etapas de los métodos explicados anteriormente en esta memoria.

35 Varias realizaciones preferidas de la presente invención se describirán ahora sólo a modo de ejemplo.

40 Las realizaciones se describirán con referencia al sistema de TETRA, aunque resultará evidente a partir de lo anterior, que la invención es también aplicable a otros sistemas de comunicaciones de radio móviles, tales como el sistema de GSM.

Se considerará ahora un ejemplo de la operación de una unidad de radio móvil de acuerdo con la presente invención cuando se conecta en primer lugar (es decir, de sincronización en frío).

45 Para este ejemplo, se supondrá que la unidad de radio móvil almacena una lista de 60 frecuencias en las que puede esperarse encontrar señales de sincronización del sistema, y requiere 5 ms para sintonizar su sintetizador a una de estas frecuencias, y otros 5 ms más para medir el nivel de señal en esa frecuencia. Se supondrá también que considerando la especificación de TETRA, las estaciones de base del sistema de radio transmiten ráfagas de sincronización (señales) a intervalos de 1 segundo en su frecuencia particular, pero que cada ráfaga de sincronización está en uno diferente de los 4 intervalos de tiempo de TETRA, de manera que lleva 4 segundos que se repita una ráfaga de sincronización en un intervalo de tiempo particular.

50 Cuando la unidad de radio móvil acaba de ser conectada, su primera tarea es localizar un sistema de radio de TETRA lo más rápidamente posible. En el sistema básico de la técnica anterior explicado anteriormente, la unidad móvil sintonizará a cada frecuencia de su lista almacenada de manera sucesiva y monitorizará cada frecuencia durante como mínimo 1 segundo, para tener la seguridad de escuchar en el momento en que una estación de base estaría transmitiendo una ráfaga de sincronización. El tiempo de búsqueda para las 60 frecuencias será del orden de 1 minuto (pero hay una probabilidad de 1 entre 1080 de que el tiempo de búsqueda sea sólo de 15 ms y una probabilidad de 1 entre 60 de que el tiempo de búsqueda sea de 1 segundo).

60 Considérese ahora una unidad de radio móvil más sofisticada, que opera la técnica de la técnica anterior de escanear inicialmente los 60 canales de su lista para construir una tabla de niveles de señal antes de intentar una sincronización. Se asumirá una duración de escaneo rápido de 5 segundos (que es un tiempo típico seleccionado para tal escaneo de frecuencia, siendo un compromiso razonable entre la necesidad de muestrear señales en una

distancia lo más grande posible para ayudar a asegurar una descorrelación del escaneo y el deseo de no “perder” demasiado tiempo durante el escaneo). En un tiempo de sintonización de 5 ms y un tiempo de medición de nivel de señal de 5 ms, esta duración de escaneo rápido proporcionará 8 muestras de señal separadas por frecuencia, que es un número razonable. Habiendo ordenado las frecuencias en orden de nivel de señal la unidad de radio móvil vuelve a continuación a cada frecuencia en el orden revisado para intentar la sincronización a esa frecuencia. En ausencia de señales de interferencia debería ser posible sincronizar tras 1 segundo más. Así, en este caso el tiempo máximo para sincronizar sería de 6 segundos (5 segundos para el escaneo más 1 segundo para la sincronización), pero existe una probabilidad de 1 entre 18 de realizar la sincronización en 5,015 segundos. No sería posible realizar la sincronización desde cero más rápido que esto.

No obstante, como se ha explicado previamente, las señales de interferencia reducirán los beneficios de este método de búsqueda. La interferencia podría ser accidental (por ejemplo, impulsos de ignición de un vehículo o un ordenador de sobremesa cercano o un ordenador portátil, o podrían ser transmisiones intencionadas desde otro sistema utilizando un esquema de modulación diferente. Este último es un problema potencial para los sistemas de TETRA, que comparten frecuencias con usuarios militares.

En el caso en el que las dos señales más fuertes resulten ser interferencias, la unidad de radio móvil de este ejemplo intentará todavía sincronizarse con esas señales no adecuadas en primer lugar, introduciendo con ello otro retardo de 8 segundos (llevando 4 segundos rechazar cada frecuencia de interferencia). En este caso el tiempo de sincronización desde cero sería al menos 13,015 segundos (5 segundos para el escaneo, 8 segundos para el rechazo de las dos frecuencias de interferencia y 0,015 segundos para la sincronización con la tercera frecuencia probada), pero más probablemente 14 segundos.

Considérese ahora la unidad de radio móvil que emplea una realización de la presente invención. Primero lleva a cabo un escaneo de frecuencia rápido en el cual se detiene en cada frecuencia (a varios intervalos separados) durante 5 ms para registrar el nivel medio de señal, y al mismo tiempo registra las muestras digitales recibidas por su desmodulador y utilizando un procesador de señal digital, examina las muestras digitales registradas, buscando una evidencia de desviaciones de fase de $\pi/4$ y $3\pi/4$, pero nunca de cero, a la tasa de símbolos esperada. La probabilidad de que esto se haya detectado es almacenada con un nivel promediado de señal. (Esto puede realizarse mientras que la unidad de radio móvil está sintonizando a la siguiente frecuencia de la lista). Este escaneo de frecuencia rápido estaría de nuevo, como se ha explicado anteriormente, típicamente dispuesto para ser llevado a cabo sobre un periodo del orden de 5 segundos, para intentar asegurar muestras suficientemente separadas para cada frecuencia. Después de este escaneo de frecuencia “rápido” inicial, las frecuencias escaneadas son a continuación ordenadas de acuerdo con sus niveles de señal promediados y la probabilidad de que su señal tenga las características de modulación particulares requeridas, para proporcionar una lista de orden de escaneo revisado de las frecuencias de la lista.

En este caso, si las dos señales más fuertes son de nuevo interferencias, esas frecuencias tendrán niveles de señal fuertes, pero bajas probabilidades de tener la característica de modulación particular. Así, cuando la unidad de radio móvil ha completado su escaneo rápido, colocará esas dos señales más fuertes en la parte baja en su orden de escaneo de frecuencia revisado, puesto que son registradas con una baja probabilidad de soportar modulación de TETRA. Por el contrario, la unidad de radio móvil sintonizará directamente a la tercera señal más fuerte, la cual, por ejemplo, ha sido registrada con una probabilidad media o alta de llevar modulación de TETRA. Así, el retardo de sincronización desde cero de las unidades móvil seguirá estando en la región de 5,015 a 6 segundos (es decir, 5 segundos para el escaneo y 1 segundo para la sincronización).

Se considerará ahora lo que ocurre cuando una unidad de radio móvil necesita identificar una nueva estación de base para transferencia, es decir, mientras está implicada en una llamada.

En la primera técnica de la técnica anterior básica, explicada anteriormente, la unidad de radio móvil tiene que escuchar cada nueva estación de base potencial de manera sucesiva. Las estructuras de trama de TDMA de las estaciones de base en TETRA no están sincronizadas, así que con el fin de encontrar una ráfaga de sincronización en una celda adyacente, la estación móvil sintoniza de nuevo su sintetizador entre intervalos de recepción. Esto permite buscar aproximadamente dos intervalos de tiempo para una posible ráfaga de sincronización en una celda adyacente antes de tener que resintonizar la frecuencia de la celda de servicio, y esto puede llevarse a cabo en cada trama.

Dado el ciclo de ráfagas de sincronización en intervalos de tiempo la unidad de radio móvil tendrá que esperar hasta 4 segundos para asegurar que haya tenido lugar una oportunidad de sincronización, antes de elegir una nueva frecuencia. A esta velocidad, la unidad de radio móvil podría tardar 4 minutos en sincronizar a una nueva estación de base, en cuyo tiempo la llamada muy probablemente se habría perdido, incluso si las frecuencias de las seis celdas adyacentes hubiesen sido transmitidas para permitir una lista de frecuencias reducida en la que buscar.

- La unidad de radio móvil de la técnica anterior más sofisticada del ejemplo previo podría intentar mantener su tabla de potencias de señal siempre actualizada. Podría incluso intentar almacenar datos de sincronización en la mejor estación de base alternativa, de manera que pueda alcanzarse la transferencia sin ningún retardo de búsqueda. No obstante, supóngase que por alguna razón la tabla de potencias de señal necesita ser renovada (como podría suceder si la unidad de radio móvil hubiese doblado un recodo en un valle encajado, o hubiese entrado en una nueva calle en un entorno urbano de grandes alturas). Como antes, la unidad de radio móvil lleva a cabo su escaneo rápido de niveles de señal en 5s, y a continuación realiza una búsqueda en cada entrada de la lista secuencial. Considerando de nuevo el caso en el que las dos señales más fuertes sean en realidad interferencias, la unidad de radio móvil tendría que realizar una pausa en las primeras 2 frecuencias inadecuadas durante al menos 4 segundos cada una como antes (o de 8 segundos cada una, si se da al receptor 'una segunda oportunidad', como es normal, para reducir los efectos del desvanecimiento). Tras realizar una pausa durante otros 4 (u 8) segundos en la tercera frecuencia de la lista, logra la sincronización, tras un retardo de entre 13 y 17 segundos (ó 21 y 29 segundos en un canal desvanecido). La llamada podría haberse perdido durante este intervalo.
- Si la unidad de radio móvil emplea una realización de la presente invención, en este caso ordenará las dos señales más fuertes bastante abajo, como se muestra en el ejemplo previo, e intenta sincronizar a la tercera señal más potente (es decir, la señal más potente que muestra una alta probabilidad de tener el esquema de modulación correcto). El retardo de sincronización se reduce ahora a entre 5 y 9 segundos (ó 13 segundos en un canal desvanecido).
- Puede verse a partir de lo anterior que la unidad de radio móvil que opera de acuerdo con una realización de la presente invención utiliza tanto el nivel de señal como las características del sistema de radio obtenidas durante el escaneo de frecuencia más rápido inicial cuando decide con qué frecuencias intentar sincronizarse. En efecto suplementa la información del nivel de la señal determinada durante el escaneo de frecuencias más rápido inicial con datos que indican la probabilidad de que la correspondiente señal sea útil. Esto mejora el orden de las señales para intentar a continuación sincronizarse con ellas, y así reduce la probabilidad de perder tiempo intentando sincronizarse con señales incompatibles.

REIVINDICACIONES

1. Un método de sincronización de una unidad de radio móvil de un sistema de comunicaciones de radio móvil con un canal del sistema, comprendiendo el método:
- 5 el que la unidad de radio móvil escanee e intente sincronizar a cada frecuencia en una lista de frecuencias almacenada utilizada por el sistema de radio de manera sucesiva;
caracterizado porque el método comprende también:
- 10 la unidad de radio móvil mientras que está esperando en una frecuencia particular para que las señales de sincronización intenten sincronizar a la frecuencia, evaluando si la señal en la frecuencia tiene una característica particular del sistema de radio; y
 que la unidad de radio móvil aborte su espera en la frecuencia particular y sintonice a una nueva frecuencia antes de que el intento de sincronización en la frecuencia particular se complete si determina que la señal en la frecuencia particular no tiene la característica particular.
- 15 2. El método de la reivindicación 1, en el que la evaluación de característica de la señal comprende evaluar si la señal tiene una característica del esquema de modulación de radio utilizado en el sistema de radio.
- 20 3. El método de la reivindicación 2, en el que la evaluación de la característica de la señal comprende evaluar si la señal muestra características de desviación de fase o de frecuencia particulares del esquema de modulación del sistema de radio.
- 25 4. El método de la reivindicación 3, en el que la etapa de evaluar si la señal muestra características de desviación de fase o de frecuencia particulares del esquema de modulación del sistema de radio comprende analizar las desviaciones de fase o de frecuencia entre sucesivas muestras o porciones seleccionadas en la señal en la frecuencia y comparar las desviaciones de fase o de frecuencia observadas con las desviaciones de fase o de frecuencia esperadas para el esquema de modulación deseado.
- 30 5. El método de la reivindicación 3 ó 4, que comprende utilizar la diferencia de la desviación de fase o de frecuencia observada media para la señal que se está evaluando con respecto al valor esperado si la señal fuese a llevar la forma de modulación correcta y/o utilizar la proporción de valores de desviación de fase o de frecuencia observados que tienen el valor del esquema de modulación deseado, para clasificar la probabilidad de que la señal pertenezca al sistema de radio correcto.
- 35 6. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la evaluación de si la señal tiene o no la característica particular comprende asignar una probabilidad de que la señal tenga esa característica basándose en la evaluación de la señal.
- 40 7. Una unidad de radio móvil de un sistema de comunicaciones de radio móvil, comprendiendo la unidad de radio móvil:
- 45 un medio para el escaneo y el intento de sincronización a cada frecuencia en una lista almacenada de frecuencias utilizadas por el sistema de radio de manera sucesiva;
caracterizado porque la unidad de radio móvil comprende también:
- 50 un medio para, mientras que la unidad de radio móvil está esperando en una frecuencia particular señales de sincronización para intentar la sincronización a la frecuencia, evaluar si la señal en la frecuencia tiene una característica particular del sistema de radio; y
 un medio para abortar la espera en la frecuencia particular y sintonizar a una nueva frecuencia antes de que el intento de sincronización a la frecuencia particular se complete si se determina que la señal en la frecuencia particular no tiene la característica particular.
- 55 8. La unidad de radio móvil de la reivindicación 7, en el que el medio de evaluación de característica de señal comprende un medio para evaluar si la señal tiene una característica del esquema de modulación de radio utilizado en el sistema de radio.
- 60 9. La unidad móvil de la reivindicación 8, en la que el medio de evaluación de la característica de señal comprende un medio para evaluar si la señal muestra características de desviación de fase o de frecuencia particulares del esquema de modulación del sistema de radio.
10. La unidad de radio móvil de la reivindicación 9, que comprende un medio para clasificar la probabilidad de que la señal pertenezca al sistema de radio correcto sobre la base de la diferencia de la desviación de fase o de frecuencia observada media para la señal que se está evaluando con respecto al valor esperado si la señal fuese a llevar la

forma de modulación correcta y/o sobre la base de la proporción de los valores de desviación de fase o de frecuencia que tienen el valor del esquema de modulación deseada.

- 5 11. Un elemento de programa de ordenador que comprende porciones de código de software de ordenador para llevar a cabo el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 cuando se instala en un medio de procesamiento de datos.