



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 326 932**

51 Int. Cl.:  
**H04W 16/30** (2006.01)  
**H04W 72/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **96116448 .0**  
96 Fecha de presentación : **14.10.1996**  
97 Número de publicación de la solicitud: **0782360**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.07.1997**

54 Título: **Sistema y método para la gestión de interferencia de canal vecino con partición de reutilización celular.**

30 Prioridad: **29.12.1995 US 580568**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**21.10.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**21.10.2009**

73 Titular/es: **AT&T Corp.**  
**32 Avenue of The Americas**  
**New York, New York 10013-2412, US**

72 Inventor/es: **Benveniste, Mathilde**

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 326 932 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Sistema y método para la gestión de interferencia de canal vecino con partición de reutilización celular.

**5 Referencia cruzada con solicitudes relacionadas**

Esta solicitud está relacionada con la solicitud de patente estadounidense con número de serie 08/580570, titulada "System and Method For Managing Neighbor Channel Interference In Channelized Cellular Systems" (M. BENVENISTE-7), y la solicitud de patente estadounidense con número de serie 08/581694, titulada "System and Method For Management of Neighbor Channel Interference With Power Control And Directed Channel Assignment", (M. BENVENISTE-9), habiéndose presentado dichas solicitudes relacionadas simultáneamente con la presente solicitud, que tienen el mismo inventor.

**Antecedentes de la invención****15 A. Campo de la invención**

Esta invención se refiere a sistemas de comunicaciones inalámbricas y más en particular a un método para gestionar interferencias en una red de comunicaciones inalámbricas según la reivindicación 1 y a un medio de almacenamiento según la reivindicación 14.

**B. Técnica anterior**

En la técnica de las comunicaciones inalámbricas, las consideraciones de eficacia espectral y maximización de canales disponibles dictan generalmente el uso de una disposición celular de tales canales y las frecuencias a partir de las que se obtienen, es decir, un área de servicio se divide en dominios de servicio conectados conocidos como células. Dentro de una célula particular, los usuarios se comunican a través de enlaces de radio con una estación base que da servicio a esa célula, estando conectada esa estación base a estaciones base para otras células que comprenden una red de comunicaciones inalámbricas. Esa red de comunicaciones inalámbricas estará conectada generalmente, a su vez, con una o más redes por cable. Para la comunicación usando una red inalámbrica de este tipo, a cada usuario se le asigna uno de un conjunto discreto de canales.

En la figura 1<sup>1</sup> se muestra de forma esquemática un diseño de célula hexagonal regular convencional de un sistema de comunicaciones celulares inalámbricas. Como se conoce, mostrar el área de servicio geográfica según una cuadrícula hexagonal establece un patrón geométrico que permite asignar frecuencias en una disposición estructurada que permite la reutilización de esas frecuencias en un modelo de asignación regular repetible controlado. Cada una de las áreas de célula tiene conjuntos de canales específicos asignados a las mismas.<sup>2</sup> Cada conjunto de canales comprende una pluralidad de canales de radio de recepción y transmisión individuales para su uso dentro del área de célula. En el modelo mostrado en la figura 1, las células marcadas como "A" son células de usuario conjunto y todas usan el mismo conjunto de canales. Lo mismo es válido para células de usuario conjunto marcadas como "B", "C", etc., cada una de las cuales tiene su propio conjunto de canales asignado.

Cada célula se irradia por un sistema de antena asociado con una estación base, estaciones base que pueden estar interconectadas entre sí y/o con otras redes. Un patrón de radiación omnidireccional se muestra mediante la antena 101 y un patrón de antena direccional, que representa la sectorización de células en áreas de servicio de tipo cuña más pequeñas, se representa mediante la antena 102.

Se conoce bien que un aspecto central de los sistemas de comunicaciones celulares es el concepto de reutilización de frecuencia. Con la reutilización de frecuencia, los usuarios en diferentes ubicaciones geográficas (diferentes células) pueden utilizar simultáneamente el mismo canal de frecuencia, tal como se muestra mediante las células denominadas comúnmente en la figura 1 para la asignación de canal regular. Aunque la reutilización de frecuencia puede aumentar sustancialmente la eficacia espectral de un sistema, puede producirse una interferencia importante entre células implicadas en el uso común del mismo canal en ausencia de un diseño de sistema apropiado.

Las asignaciones de reutilización de frecuencia se implementan generalmente mediante la adopción de reglas simples para identificar células de usuario conjunto y para dividir el espectro de RF en conjuntos de canales. Los enfoques de asignación de canal pueden clasificarse ampliamente en dos categorías: *fija* y *flexible* (véase, M. Benveniste,

60

<sup>1</sup> Deberá entenderse que la forma hexagonal de las células mostradas en la figura 1 representa un acuerdo de dibujo. Se ha elegido una representación de célula hexagonal tal porque se aproxima a una forma circular que es el área de cobertura de potencia ideal para una célula. Sin embargo, el uso de tales formas circulares implicaría áreas solapadas y haría que un dibujo del área a la que se da servicio fuera confuso. Por otro lado, con el acuerdo de célula con forma hexagonal, la pluralidad de células que representan un área de servicio puede mostrarse sin separación ni solapamiento entre células.

<sup>2</sup> Evidentemente, como se explica con más detalle a continuación, las metodologías de asignación de canal flexibles, que representan un desarrollo relativamente reciente en la técnicas de las comunicaciones inalámbricas, implicarán generalmente asignaciones de canal no fijas dentro de una célula.

“Self Configurable Wireless Systems”, *próximamente*). La asignación de canal fija fija la relación entre células y los canales que dan servicio a las mismas. Sólo los canales asignados a una célula pueden dar servicio a llamadas en esa célula, y cada canal puede usarse simultáneamente por todas las células a las que está asignado el canal. Un ejemplo de asignación de canal fija es la asignación de canal “regular”, que se caracteriza por células de un mismo tamaño, separadas de manera regular. La asignación de canal regular es óptima para un sistema con tráfico distribuido uniformemente por las células.

Cuando la distribución del tráfico no es uniforme, puede encontrarse una asignación de canal “no regular” fija óptima que asigna canales a células según su carga de tráfico. [Un proceso para conseguir una asignación no regular óptima de este tipo se describe en M. Benveniste, “Apparatus and Method for Non-Regular Channel Assignment in Wireless Communication Networks”, patente estadounidense n.º 5.404.574].

Los métodos de asignación de canal flexible se aprovechan de la capacidad de un sistema para volver a sintonizar los radios de la estación base de manera remota y dirigida por software, capacidad que permite a la capacidad de canal adaptarse a la variación del tráfico. La clase de metodologías de asignación de canal flexible incluye métodos de asignación de canal *dinámica* y *adaptativa*, y un híbrido de las dos, la asignación de canal *adaptativa-dinámica* (véase, M. Benveniste, “Self Configurable Wireless Systems”, *íd.*).

También se conoce bien que la calidad de la comunicación de sistemas inalámbricos depende sustancialmente de la proporción de la señal a interferencia (S/I) recibida. La interferencia principal de interés consiste en dos componentes: interferencia de canal conjunto e interferencia de canal vecino. La interferencia de canal conjunto es la interferencia de fuentes de comunicación sintonizadas a la misma frecuencia que el canal en funcionamiento. La interferencia de canal vecino procede de fuentes de comunicación que usan canales cerca del canal en funcionamiento en el espectro de frecuencias. Cuando el canal vecino que interfiere es adyacente al canal en funcionamiento en el espectro, se usa generalmente el término interferencia de canal adyacente. Para conseguir la calidad de transmisión de datos o voz deseada, la proporción de la señal recibida por el canal conjunto combinado y la interferencia de canal vecino deben estar por encima de un umbral especificado.

La necesidad de evitar usar canales vecinos dentro de una célula y en células vecinas está muy reconocida. En la asignación de canal convencional en sistemas AMPS analógicos, en los que células de tres sectores reutilizan el espectro en agrupaciones de 7 células, la separación de 21 canales (630 kHz) entre canales que dan servicio a la misma célula, tal como se ilustra generalmente por el patrón sectorizado de la figura 2, ha sido más que adecuado para hacer insignificante cualquier interferencia de canales vecinos. Para células físicamente contiguas, es suficiente evitar la asignación de conjuntos de canales adyacentes a sectores de la misma célula, o a sectores en tales células contiguas que serían contiguos al sector en consideración. Tal como puede observarse en la figura 2, existe una asignación de canal de este tipo para el grupo de reutilización de tres sectores de tamaño 7.

Sin embargo, como se persiguen enfoques de asignación de canal menos convencionales, como la asignación de canal fija no regular o flexible, ya no se produce una satisfacción casi automática de los requisitos de separación de canal. Por tanto, el diseñador de sistemas celulares se enfrenta a la siguiente cuestión: cuál es la separación de espectro mínima requerida entre canales usados simultáneamente en una célula, o en células vecinas. Los enfoques que se han propuesto para responder a esta cuestión no consideran suficientemente la interferencia de canal vecino, si tiene lugar.<sup>3</sup> En particular, el tratamiento anterior de interferencia de canal vecino, y la obtención de requisitos de separación de canal, no ha considerado el impacto global en la proporción S/I [véase W. C. Y. Lee, *Mobile Cellular Telecommunications Systems*, McGraw-Hill, New York, 1989]. La no consideración de este tipo del impacto de una interferencia de canal vecino en la proporción S/I dará como resultado una señal que será más débil que la interferencia. Equilibrando la intensidad relativa de una señal que interfiere ubicada cerca del receptor con la caída de la intensidad de la señal provocada por la separación de canal, la proporción S/I resultante sería igual a 1 (0 dB) en ausencia de interferencia de canal conjunto. Si estuviera presente alguna interferencia de canal conjunto, la proporción S/I resultante sería menor que 1 (negativa, si se expresa en dB).

Puesto que el requisito de S/I implica una restricción en la interferencia total, y la interferencia total es la suma de dos términos (interferencia de canal conjunto más interferencia de canal vecino), hay una solución intermedia entre

<sup>3</sup> Ejemplos de tales enfoques anteriores aparecen en las siguientes referencias: N. Bambos y G.J. Pottie, “On power control in high capacity radio networks”, Third WINLAB Workshop, págs. 239-247, 1992; R. Beck y H. Panzer, “Strategies for Handover and Dynamic Channel Allocation in Micro-Cellular Mobile Radio Systems”, Proc. IEEE Vehicular Technol. Conference, mayo de 1989; D.C. Cox y D.O. Reudink, “Dynamic Channel Assignment in Two-Dimensional Large-Scale Mobile Radio Systems”, Bell System Technical Journal, vol. 51, n.º 7, págs.1611-1629, septiembre de 1972; S.M. Elnoubi, R. Singh, y S.C. Gupta, “A new frequency channel assignment algorithm in high communication systems”, IEEE Trans. Veh. Technol., vol. 31, n.º 3, agosto de 1982; G.J. Foschini y Z. Miljanic, “A simple distributed autonomous power control algorithm and its convergence”, IEEE Trans. Veh. Technol., noviembre de 1993; H. Jiang y S.S. Rappaport, “CBWL: A new channel assignment and sharing method for cellular communication systems”, IEEE Veh. Technol. Conference, mayo de 1993; T.J. Kahwa y N.D. Georganas, “A hybrid channel assignment scheme in large-scale, cellular-structured mobile communication systems”, IEEE Trans. Commun., vol. 26, n.º 4, abril de 1978; S. Nanda y D.J. Goodman, “Dynamic Resource Acquisition: Distributed Carrier Allocation for TDMA Cellular Systems”, Third Generation Wireless Information Networks, S. Nanda y D.J. Goodman (eds), págs. 99-124, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1992; R. J. Pennotti, Channel Assignment in Cellular Mobile Communication Systems, Ph.D. Dissertation, Polytechnic Institute of New York, 1976; J. Zander, “Transmitter power control for co-channel interference management in cellular systems”, Fourth WINLAB Workshop, págs. 241-247, 1993.

los mismos. La interferencia de canal vecino disminuye cuando hay una mayor separación de espectro de frecuencias entre canales, dejando así un margen mayor para la interferencia de canal conjunto. Así se permite una distancia de reutilización menor, y la capacidad del sistema es mayor, al menos en principio. Sin embargo, una separación de canal mayor hace que estén disponibles menos canales en cada célula, lo que llevaría a una disminución de capacidad si todo lo demás permaneciera igual. Por tanto, un objetivo importante del diseñador del sistema sería una determinación de la separación de canal óptima para la que se cumpliera el requisito de S/I y la utilización del espectro fuera máxima.

Por el documento de HALPERN S.W.: "Re-use partitioning in cellular systems", 33RD IEEE VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE, TORONTO, ONT., CANADA, 25-27 de mayo de 1983, páginas 322-327, XP002096008 1983, Nueva York, NY, EE.UU., IEEE, EE.UU., se conoce un método de partición de reutilización en sistemas celulares. La capacidad de manejo del tráfico de un sistema se determina por el número de sitios de célula en el sistema y por la cantidad de tráfico a la que puede darse servicio por cada uno. El aumento del número máximo de canales de voz que podrían asignarse a cada sitio aumentará generalmente la capacidad global del sistema.

En un sistema celular canónico el número de canales de voz que se asigna a cada sitio se determina por el factor de reutilización de canal conjunto, N. Para una asignación de espectro dada de S canales, la capacidad C de canal de voz de sitio de célula viene dada por:

$$C = \frac{S}{N}$$

El factor de reutilización de canal conjunto, N, se determina por la proporción de la distancia, D, entre los sitios de célula de canal conjunto más cercanos y el radio, R, (del centro al vértice), de las células hexagonales, es decir:

$$N = \frac{(D/R)^2}{3}$$

El método de partición de reutilización se implementa dividiendo la asignación de espectro en dos o más grupos de canales mutuamente exclusivos. La asignación de canal dentro del iésimo grupo se determina entonces por el factor de reutilización,  $N_i$ , para ese grupo. Las unidades móviles con la mejor calidad de señal recibida se asignarán al grupo de canales que tengan el menor valor de factor de reutilización, mientras que aquéllos con la peor calidad de señal recibida se asignarán al grupo de canales que tengan el mayor valor de factor de reutilización. A medida que cambia la calidad de señal recibida para una unidad móvil, puede transferirse a un canal que pertenezca a un grupo de reutilización diferente en el mismo lado en el mismo sitio a un canal que pertenezca al mismo grupo o a uno diferente en otro lado del mismo sitio o a un canal que pertenezca al mismo grupo o a uno diferente en otro sitio. Normalmente, se dará servicio a las unidades móviles próximas a un sitio de célula mediante canales de un grupo que tiene un valor pequeño para  $N_i$ , mientras que a las unidades que están alejadas del sitio de célula se dará servicio mediante canales de un grupo que tiene un valor grande para  $N_i$ . Por tanto, puede visualizarse una estructura de cobertura que se parezca a una superposición piramidal de células. La base de la estructura está formada por un grupo hexagonal continuo de células a las que se da servicio mediante canales del grupo de factor de reutilización mayor. Las capas superpuestas se forman por grupos hexagonales no continuos de células, de radio decreciente a las que se da servicio mediante canales de grupos de factor de reutilización menor.

Por el documento EP-A-0 544 095 se conoce realizar una interferencia reducida a través de una partición de frecuencia en sistemas de comunicación celular. Con este método conocido se reduce la interferencia en un sistema celular dividiendo un espectro de frecuencias designado en un área de cobertura de servicio en un primer y al menos un segundo espectro incluido el espectro de frecuencias designado y cada uno con un nivel de potencia asociado. La asignación de unidades de comunicación a un nivel de potencia y espectro se basa en la distancia desde el sitio base (tal como se determina mediante mediciones de intensidad de señal). El contenido espectral de espectros en áreas de cobertura de servicio adyacentes se ajusta para incluir frecuencias no casuales.

## Sumario de la invención

La invención proporciona una metodología novedosa para gestionar interferencias de canal vecino en un sistema de comunicaciones inalámbricas celulares como una función de un factor de calidad de servicio para un canal de comunicaciones en un sistema de este tipo. La metodología novedosa para gestionar interferencias de canal vecino, que se da a conocer en el presente documento, se caracteriza como:

*Partición de reutilización con restricciones de canal vecino*, para eliminar interferencias de canal vecino entre células omnidireccionales vecinas.

Las etapas básicas del método en el que se basa la metodología novedosa de la invención se obtienen de la reivindicación 1.

## ES 2 326 932 T3

Las realizaciones mejoradas del método de la invención se obtienen de las reivindicaciones dependientes 2 a 11.

Un medio de almacenamiento fabricado para contener un medio para determinar una asignación de una pluralidad de canales de comunicaciones entre una pluralidad de células en una red de comunicaciones inalámbricas se obtiene de la reivindicación 12.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra un diagrama esquemático de un diseño de célula regular para un sistema de comunicaciones celulares inalámbricas.

La figura 2 muestra una disposición de célula sectorizada basándose en un factor de reutilización de 7.

La figura 3 muestra en forma de un diagrama de bloques los elementos principales de un sistema de comunicaciones celulares inalámbricas y las interconexiones típicas entre tales elementos.

La figura 4 muestra un diagrama de bloques esquemático de un sistema de procesamiento de datos para controlar la asignación de canales de radio a varias células de un sistema de comunicaciones celulares inalámbricas usando una metodología de asignación de canal flexible.

La figura 5 ilustra esquemáticamente una única célula que incluye su estación base, con una estación de abonado a la que se da servicio y una estación de abonado que interfiere potencialmente, yuxtapuestas en varias posiciones unas respecto a otras y a la estación base.

La figura 6 ilustra esquemáticamente dos células vecinas, cada una con una estación base, y con una estación de abonado a la que se da servicio y una estación de abonado que interfiere potencialmente, yuxtapuestas en varias posiciones unas respecto a otras y a las estaciones base.

La figura 7 muestra una aplicación de la metodología de partición de reutilización con restricciones de canal vecino según los principios de la presente invención.

La figura 8 muestra un diseño de célula que implica una partición de reutilización según el método de la invención.

### Descripción detallada

La explicación que sigue se presentará en parte en términos de algoritmos y representaciones simbólicas de operaciones sobre datos en un sistema informático. Como se entenderá, estas representaciones y descripciones algorítmicas son un medio utilizado habitualmente por los expertos en las técnicas de ingeniería de sistemas para trasladar lo esencial de su trabajo a otros expertos en la técnica.

Como se utiliza en el presente documento (y generalmente) un algoritmo puede considerarse como una cantidad física independiente. De manera habitual, aunque no necesariamente, esta cantidad adopta la forma de señales magnéticas o eléctricas que pueden almacenarse, transferirse, combinarse, compararse y manipularse de otro modo. Para una referencia más cómoda y corresponder con el uso común, estas señales se describirán a veces en términos de bits, valores, elementos, símbolos, caracteres, términos, números o similar. Sin embargo, se destaca que éstos y otros términos similares deben asociarse con las cantidades físicas apropiadas, siendo tales términos simplemente etiquetas convenientes aplicadas a esas cantidades.

Para una explicación más clara, se presenta una realización ilustrativa de la presente invención que comprende bloques funcionales individuales (que incluyen bloques funcionales marcados como "procesadores"). Las funciones que representan estos bloques pueden proporcionarse mediante el uso de hardware dedicado o compartido, incluyendo, pero sin limitarse a, hardware que pueda ejecutar software. Por ejemplo, algunas o todas las funciones de los "OMC", "MSC" y "BS" presentados en las figuras 3 y 4, así como el "procesador informático" de la figura 4, pueden proporcionarse mediante uno o más procesadores, incluyendo procesadores compartidos. (El uso del término "procesador" no debería interpretarse para referirse exclusivamente a hardware que pueda ejecutar software).

Las realizaciones ilustrativas pueden comprender hardware de procesador de señal digital (DSP) y/o microprocesador, tal como AT&T DSP16 o DSP32C, memoria de sólo lectura (ROM) para almacenar software que realice las operaciones explicadas a continuación, y memoria de acceso aleatorio (RAM) para almacenar resultados. También pueden proporcionarse realizaciones de hardware de integración a gran escala (VLSI), así como un sistema de circuitos de VLSI personalizado en combinación con un circuito de DSP de uso general.

En el diagrama de bloques de la figura 3 se muestra un sistema celular típico. Se muestran una pluralidad de centros 202 y 203 de conmutación móviles (MSC) que conectan el sistema de radiotelefonía móvil a la red 201 telefónica pública conmutada (PSTN). La conmutación de los MSC interconecta una pluralidad de estaciones 210 base (BS) proporcionando cada una servicio a un área de cobertura de célula. Cada área de cobertura se muestra con límites irregulares típicos de un sistema real. Cada BS tiene un equipo de transmisión/recepción de radio y antenas radiantes para dar servicio al teléfono 250 móvil de radio en su área de cobertura de célula.

Un centro 220 de gestión y operación (OMC) está acoplado a los MSC 202 y 203 para controlar su operación de sistema y sus BS 210 asociadas. El OMC 220 es una estación de control central que incluye procesamiento y entrada de datos para aceptar la entrada de datos desde la unidad de almacenamiento de datos y control en tiempo real. En el caso de asignación de canal flexible, esta disposición de procesamiento de datos puede utilizarse en la implementación de disposiciones de canal en combinación con transceptores de radio que pueden sintonizarse de manera remota ubicados en las BS.

Para un caso de asignación de canal flexible de este tipo, una realización ilustrativa del equipo de procesamiento de datos incluido en el OMC para controlar la asignación y sintonización de transceptores de radio en las BS se muestra en forma de diagrama de bloques esquemático en la figura 4. Un procesador 310 informático tiene un programa almacenado incluido en una memoria 311 asociada. Este programa puede incluir instrucciones para realizar la asignación de canales de radio a un sistema celular. Los datos de entrada iniciales se suministran al procesador 310 informático a través de la función 312 de entrada. Las entradas incluyen: las células disponibles, frecuencias de radio disponibles e información de interferencia, habitualmente en forma de una matriz de interferencia célula a célula que define la interferencia con cada célula desde cualquier otra célula. Otras entradas incluyen restricciones de sistema necesarias para la asignación de canal deseada y patrones de uso de tráfico.

Para implementar una metodología de asignación de canal flexible, el proceso de asignación de canal se realizará mediante el procesador 310 informático según las instrucciones contenidas en la memoria 311. Se puede dar salida a las asignaciones de canal resultantes a través de la función 313 de salida hacia el MSC 315, desde el que pueden enviarse a las BS 321. Las radios 322 individuales que pueden sintonizarse incluidas en las BS pueden sintonizarse entonces a las frecuencias apropiadas según la asignación de canales de radio determinada por el proceso de asignación.

## I. Metodología de la invención

### A. General

El nivel de interferencia al que contribuyen los transmisores de canal vecino depende de la posición de las unidades de abonado (generalmente, móviles o portátiles) con respecto a su(s) estación(es) base, el nivel de control de potencia ejercido y la dirección de comunicación, es decir, si la transmisión se produce desde la estación base hacia la unidad de abonado (a lo que se hace referencia en el presente documento como "enlace descendente") o desde la unidad de abonado hacia la estación base (a lo que se hace referencia en el presente documento como "enlace ascendente"). Las figuras 5 y 6 ilustran configuraciones ejemplares para considerar el impacto de interferencias de canal vecino. La figura 5 ilustra una única célula con estación  $B$  base, mientras que en la figura 6 se ilustran dos células vecinas, con estaciones  $B_1$  y  $B_2$  base. En ambas figuras, las estaciones  $i$  y  $j$  de abonado se muestran juxtapuestas en varias configuraciones unas respecto a otras y a la(s) estación(es) base. En todas las configuraciones, la designación  $i$  indica la unidad de abonado de servicio y la designación  $j$  indica la unidad de abonado que opera en el canal más cercano en el espectro de frecuencias, al que se hace referencia en el presente documento como *canal vecino*. En las configuraciones de la figura 6, se da servicio a la unidad  $i$  de abonado de servicio mediante la estación  $B_1$  base y se da servicio a la unidad  $j$  de abonado de canal vecino mediante la estación  $B_2$  base.

Como caso ilustrativo, considérese que se da servicio a todas las llamadas con la misma potencia, es decir, sin control de potencia. Por consiguiente, la interferencia de canal vecino de enlace descendente será comparable en todos los casos ilustrados en la figura 5 ya que se da servicio a todas las llamadas con la misma potencia. Sin embargo, la interferencia de canal vecino de enlace ascendente será diferente en los tres casos ilustrados en la figura 5. Debido a la atenuación de la señal a medida que aumenta la distancia entre el transmisor y el receptor, la intensidad de señal recibida desde la unidad  $i$  de abonado en la figura 5(a) es más intensa (debido a su proximidad a la estación base de servicio) que la señal que interfiere desde la unidad  $j$  de abonado. Por tanto, la interferencia de canal vecino de enlace ascendente para esta configuración será insignificante. En la configuración de la figura 5(b) la señal de servicio recibida es comparable a la señal que interfiere puesto que las dos unidades de abonado están a la misma distancia de la estación base. Finalmente, en la configuración de la figura 5(c), la interferencia de canal vecino de enlace ascendente es alta porque la unidad de abonado que interfiere está más cerca de la estación base que la unidad de abonado de servicio.

Si se usa control de potencia para reducir la potencia de las llamadas más cerca de la estación base, cambia la interferencia de canal vecino que se experimenta. Estos cambios pueden ilustrarse considerando de nuevo las configuraciones de la figura 5 y suponiendo ahora que la potencia se ajusta para igualar las señales de servicio recibidas. Entonces, la interferencia de canal vecino de enlace ascendente sería comparable en las tres configuraciones de la figura 5 porque la señal recibida de todas las unidades de abonado es la misma, independientemente de la posición de la unidad con respecto a la estación base. Por otro lado, habiendo aplicado el control de potencia de enlace descendente, la interferencia de canal vecino será diferente para cada una de las tres configuraciones. El control de potencia provoca un aumento de la interferencia de canal vecino de enlace descendente en la figura 5(a) puesto que la potencia de la señal que interfiere es mayor que la de la señal de servicio. El control de potencia no altera la interferencia de canal vecino de enlace descendente en la configuración de la figura 5(b), puesto que tanto la unidad de canal vecino como aquélla a la que se da servicio son equidistantes de la estación base. Sin embargo, en la configuración de la figura 5(c), el control de potencia provocará una disminución de la interferencia de canal vecino de enlace descendente. Así, como puede observarse, el control de potencia es generalmente beneficioso en la dirección de enlace ascendente, aunque con frecuencia puede dar como resultado una interferencia de canal vecino aumentada cuando se usa en la dirección de enlace descendente.

## ES 2 326 932 T3

En el caso de células vecinas mostrado en la figura 6, y considerando en primer lugar la configuración de la figura 6(a), la unidad  $i$  de abonado experimentará una interferencia de canal vecino tanto en el enlace descendente (debido a la señal que participa desde la estación  $B_2$  base) y el enlace ascendente (debido a la señal que participa desde la estación  $j$  de abonado). Como se observará fácilmente a partir de las figuras, se experimentará una interferencia de canal vecino comparable en el enlace descendente en la figura 6(b) y en el enlace ascendente en la figura 6(c), aunque la interferencia de canal vecino será insignificante en el enlace ascendente en la figura 6(b) y en el enlace descendente en la figura 6(c).

En el caso de referencia cruzada acompañante designado como *M. Benveniste-7* (S/N 08/580570) se desarrollaron ciertas relaciones entre *separación de canal* (entre un canal de servicio y un canal vecino que interfiere), *intensidad de señal recibida* para canales que interfieren y de servicio y la *proporción S/I*. Esas relaciones se aplicaron entonces para una aplicación de comunicaciones inalámbricas ilustrativa para desarrollar dos tablas que relacionan la proporción *S/I* y la *separación de canal* realizada para varios niveles de intensidad de señal comparativa entre una señal que interfiere y una de servicio. Esas tablas, que proporcionan una referencia útil para algunos de los materiales descriptivos que siguen, se reproducen a continuación y pueden caracterizarse de la siguiente manera:

la tabla 1 proporciona una solución intermedia entre la proporción *S/I* realizada por un abonado al que se da servicio,  $T$ , y separación de canal,  $w$ , basándose en un umbral de *S/I* de canal conjunto de diseño de 18 dB. Como se observará la primera columna representa la separación de canal dada en múltiplos del ancho de banda de canal, mientras que las diez columnas restantes dan la proporción *S/I* realizada (en dB) para un abonado al que se da servicio, para diferentes valores de una proporción de intensidades de señal (en dB) para una señal que interfiere a una de servicio,  $P$ , como experimenta el abonado.

De manera similar, la tabla 2 proporciona, para valores  $w$  de separación de canal diferentes, la proporción *S/I* de canal conjunto de diseño,  $T_c$ , necesaria para conseguir una proporción *S/I* global objetivo,  $T$ , es decir, una solución intermedia entre  $T_c$  y  $w$  para  $dB(T)$  igual a 18 dB.

TABLA 1

*Solución intermedia entre separación de canal y proporción S/I  $dB(T)$*

$dB(T_c) = 18$										
Sepa- ración w de canal	$dB(P)$									
	-20	-15	-10	-5	0	4	14	20	28	40
1	17,98	17,93	17,79	17,36	16,23	14,46	6,66	0,90	-7,02	-19,01
2	18,00	18,00	18,00	18,00	17,99	17,98	17,79	17,21	14,46	4,78
3	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	17,99	17,97	17,79	15,47
4	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	17,98	17,67
5	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	17,94

TABLA 2

*Solución intermedia entre separación de canal y proporción S/I de canal conjunto  $dB(T_c)$*

$dB(T) = 18$										
Sepa- ración w de canal	$dB(P)$									
	-20	-15	-10	-5	0	4	14	20	28	40
1	18,02	18,07	18,22	18,75	21,03	ND	ND	ND	ND	ND
2	18,00	18,00	18,00	18,00	18,01	18,02	18,22	18,97	ND	ND
3	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,01	18,03	18,22	24,76
4	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,02	18,36
5	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,06

## ES 2 326 932 T3

Como se indicó anteriormente, en el caso de no aplicar control de potencia y que se dé servicio a las dos unidades  $i$  y  $j$  de abonado mediante la misma estación base (es decir, la configuración de la figura 5), las señales de servicio y que interfieren de enlace descendente serán comparables, por la misma potencia con la que se transmite cada señal desde la estación base. Por tanto, la proporción de la señal que interfiere a la señal de servicio,  $P$ , es igual a 1 y  $dB(P)$  es igual a 0. Como se observará por la tabla 1, si se permitiera el uso de canal adyacente, la proporción S/I caería a 16,23 dB, lo que representa el 67 por ciento del valor objetivo de 63,1 dB (18 dB). El ajuste de la separación  $w$  de canal para que sea igual a 2 es suficiente para recuperar la mayor parte de la caída de S/I provocada por la interferencia de canal vecino, un aumento de la proporción S/I de 16,23 a 17,99 dB.

Se produce una condición comparable cuando se da servicio a las unidades  $i$  y  $j$  de abonado mediante diferentes estaciones base si la unidad  $i$  de abonado de servicio está cerca del límite común entre las dos células, independientemente de la posición de la unidad  $j$  de abonado que interfiere, como ilustran las figuras 6(a) y 6(b). Sin embargo, si la unidad  $i$  de abonado está más lejos de la estación  $B_2$  base que interfiere que de su estación  $B_1$  base de servicio, como ilustra la figura 6(c), la proporción  $P$  será menor que 1, y  $dB(P)$  se vuelve negativo. Así, el impacto del uso de canal adyacente sobre la proporción S/I es menor. Por ejemplo, con un valor de  $dB(P)$  de -5 dB, la tabla 1 muestra que la proporción S/I realizada será de 17,36 dB, lo que representa el 86 por ciento de la proporción S/I de canal conjunto de diseño de 18 dB. Para  $dB(P)$  igual a -10 dB se realiza una proporción S/I de 17,79 dB, lo que representa el 95 por ciento de la proporción S/I de canal de diseño. Alternativamente, esto puede caracterizarse como el valor realizado por la proporción S/I si la interferencia de canal vecino está limitada al 5 por ciento de la interferencia de canal conjunto más la de canal vecino. Por consiguiente, puede definirse un valor de  $P$  para el que la interferencia de canal adyacente se vuelve aceptable. Ese valor definido está designado en el presente documento como  $P_a$  y en el caso ejemplar descrito es igual a -10dB.

Considerando la solución intermedia entre  $w$  y  $T_c$  en la tabla 2, para el caso de que  $dB(P) = 0$ , puede observarse que el aumento de la separación de canal de 1 a 2 permitiría pensar en una proporción S/I de canal conjunto de 18,01 dB, en lugar de 21,03 dB. Adicionalmente, se observará que, si aumentara la separación por encima de 2, se ganaría poco en términos del límite de interferencia de canal conjunto y, por tanto, en términos de capacidad.

Para el caso de control de potencia, se ha demostrado que el control de potencia en el enlace descendente agrava el impacto de interferencia de canal vecino. Considérese el caso particular de aplicar control de potencia en el enlace descendente para reducir la intensidad de señal de unidades de abonado más cercanas. En este caso,  $P$  sería igual a la diferencia en la reducción de potencia de las señales que dan servicio a las dos unidades de abonado. El peor caso se produce cuando la potencia de la unidad  $i$  de abonado de servicio de señal se reduce sustancialmente, y la unidad  $j$  de abonado de servicio opera a potencia máxima, como se ilustra mediante la configuración de la figura 5(a). La tabla 1 muestra que, aunque la proporción S/I de canal conjunto de diseño es de 18 dB, la proporción S/I realizada se vuelve negativa cuando la potencia de enlace descendente se reduce por 28 dB para la unidad de abonado de extremo próximo. Esto requiere una separación de canal de 3 para conseguir una proporción S/I de 17,79 dB.

En la solicitud de referencia cruzada acompañante designada como M.BENVENISTE-9, se da a conocer una Metodología de Control de Potencia Mixta novedosa que permitirá el uso parcial de control de potencia de enlace descendente sin aumentar la separación de canal más allá del valor 2, mientras todavía se mantiene una proporción S/I razonable.

### B. Gestión de interferencias de canal vecino

#### B1. Partición de reutilización con restricciones de canal adyacente

Anteriormente se mostró que, siempre que  $P$  (proporción de intensidades de señal para una señal que interfiere a una de servicio) es menor que un valor  $P_a$  umbral, la interferencia de canal adyacente está por debajo de un nivel especificado. Si este nivel es bajo, puede decirse que, hablando en un sentido práctico, no hay interferencia de canal adyacente. Dada esta relación, se muestra en este caso que, con la aplicación del método de control de potencia mixto dado a conocer en la solicitud acompañante designada *Benveniste-9* (S/N 08/581694), hay una zona dentro de una célula en la que una unidad de abonado no experimentará interferencia de canal adyacente de enlace descendente desde, o provocará interferencia de canal adyacente de enlace ascendente a, unidades de abonado en células vecinas. Por tanto, para evitar interferencia de canal adyacente de células vecinas, es suficiente con evitar el uso de canales adyacentes mediante unidades de abonado fuera de la zona de no interferencia de células vecinas. Después de haber identificado esta zona, se muestra cómo puede hacerse frente a interferencia de canal adyacente a una ganancia de capacidad con respecto a aquella de otro modo alcanzable.

##### (a) Sin zona de interferencia de canal adyacente

Como ejemplo ilustrativo del método de esta realización de la invención, considérense dos células 1 y 2 de igual tamaño a las que dan servicio las estaciones  $B_1$  y  $B_2$  base, respectivamente, como se ilustra en la figura 7. Para este caso ilustrativo, no se usa control de potencia en el enlace descendente. En un artículo relacionado [M. Benveniste, "Managing Neighbor Channel Interference in Channelized Cellular Systems", *próximamente*], el inventor ha demostrado que para un par de unidades de abonado en células vecinas, el que una unidad de abonado experimente interferencia de canal adyacente de enlace descendente de una célula vecina depende sólo de su propia posición, y no de la posición

## ES 2 326 932 T3

de las unidades de abonado en la célula vecina. Específicamente, en el caso de que pueda asumirse una pérdida por propagación log lineal con la distancia, una unidad de abonado no experimentará una interferencia de canal adyacente de enlace descendente de una unidad de abonado en una célula vecina cuando:

$$P = \left[ \frac{m_1}{n_1} \right]^\gamma \leq P_a \quad (8)$$

donde  $m_1$  y  $n_1$  son respectivamente las distancias de la unidad de abonado a la que se da servicio de su propia y de la estación base de la célula vecina y  $\gamma$  es un coeficiente de pérdida por propagación.

Como muestra la figura 7, puede trazarse un contorno  $XX'$  a la izquierda del cual no se experimenta interferencia de canal adyacente en la célula 1 de canales adyacentes usados en la célula 2. Sea  $\lambda$  la distancia más corta del contorno  $XX'$  de respecto a  $B_1$ . Si la célula 1 estuviera rodeada por células vecinas que usan canales adyacentes, habría un círculo de radio  $\lambda$ , dentro del que una unidad de abonado no se vería afectada por interferencia de canal adyacente en el enlace descendente.  $\lambda$  puede calcularse a partir de la ecuación 8 de la siguiente manera:

$$P = \left[ \frac{l}{2r - l} \right]^\gamma = P_a \quad (9)$$

donde  $2r$  es la distancia entre las estaciones base. Si  $2r$  es igual a  $\sqrt{3}R$ , donde  $R$  es el radio de la célula, entonces

$$l = \frac{\sqrt{3} R}{1 + P_a^{-1/\gamma}} \quad (10)$$

Por ejemplo, si  $P_a$  es igual a 0,1 ( $dB(P) = -10$ ) y  $\gamma$  es igual a 4,  $\lambda$  sería igual a  $0,6234 R$ .

En el artículo al que hace referencia el inventor, se desarrollan relaciones similares para no realizar control de potencia en el enlace descendente y control de potencia completo en el enlace ascendente. En particular, se muestra que si se aplica el control de potencia de enlace ascendente, no se producirá la interferencia de canal adyacente cuando:

$$P = \left[ \frac{m_2}{n_2} \right]^\gamma \leq P_a$$

donde  $m_2$  y  $n_2$  son respectivamente las distancias de la unidad de abonado a las que da servicio la estación base número 2 (como muestra la figura 7) respecto a esa estación base y respecto a la estación base número 1.

A partir de esta relación, con el uso de control de potencia completo en el enlace ascendente, hay un límite  $YY'$ , una distancia  $\lambda'$  respecto a la estación  $B_2$  base, a la derecha del cual las unidades de abonado en la célula 2 no pueden provocar una interferencia de canal adyacente significativa en la célula 1. Las unidades de abonado dentro del círculo de radio  $\lambda'$  no provocarían una interferencia de canal adyacente de enlace ascendente en una célula vecina. En el artículo del inventor también se muestra, en el caso de que el control de potencia se seleccione para igualar la intensidad de señal recibida, que las relaciones de enlace ascendente y enlace descendente son equivalentes, lo que garantiza que  $YY'$  es una imagen especular de  $XX'$ , y  $\lambda'$  es igual a  $\lambda$ .

### (b) Características de metodología

Las relaciones de interferencia de canal adyacente comentadas anteriormente pueden extraerse para obtener las dos propiedades siguientes:

- I. una unidad de abonado dentro de un radio  $\lambda$  de su estación base no experimentará interferencia de canal adyacente de enlace descendente de células vecinas, y
- II. la misma unidad de abonado no provocará interferencia de canal adyacente de enlace ascendente en células vecinas.

## ES 2 326 932 T3

Basándose en estas propiedades, puede eliminarse la interferencia de canal adyacente imponiendo las tres condiciones siguientes:

1. Deberían establecerse dos grupos de servidores en cada célula, uno para unidades de abonado dentro de un radio  $\lambda_1$  y otro fuera de ese radio.  $\lambda_1$  es menor que o igual a  $\lambda$ .
2. No se permiten canales adyacentes en ningún par de grupos de servidores externo e interno.
3. No pueden usarse canales adyacentes por ninguno de los dos grupos de servidores externos que están asignados a células contiguas.

Según la condición 2, los grupos de servidores externos no provocarán interferencia de canal adyacente en grupos de servidores internos, y viceversa. Esto, unido a las propiedades I y II, garantiza que los grupos de servidores internos no provoquen interferencia de canal adyacente entre sí. Según la propiedad I, no hay interferencia de canal adyacente en el enlace descendente de un grupo de servidores interno. La interferencia de canal adyacente en el enlace ascendente del grupo de servidores interno no puede provocarse por otro grupo de servidores interno, según la propiedad II; tampoco puede proceder de un grupo de servidores externo debido a la condición 2. Por tanto, un grupo de servidores interno no experimenta interferencia de canal adyacente.

Según la condición 3, los grupo de servidores externos no provocarán interferencia de canal adyacente en otros grupos de servidores externos. Puesto que no hay interferencia de canal adyacente de los grupos de servidores internos, como resultado de la condición 2, los grupos de servidores externos no experimentarán tampoco interferencia de canal adyacente.

### (c) Implementación de metodología

La condición 2 puede satisfacerse dividiendo el espectro disponible en dos segmentos conectados que no se solapan: la parte de menor frecuencia y la parte de mayor frecuencia. Los canales en uno de los segmentos se asignan a los grupos de servidores internos y los canales en el otro segmento se asignan a los grupos de servidores externos. Por tanto, no hay canales adyacentes entre los grupos de servidores externos e internos, excepto el par de canales en el que se divide el espectro. Podría omitirse uno de los dos canales en el par si se quisiera eliminar totalmente la posibilidad de interferencia de canal adyacente.

Para cumplir con la condición 3, debe garantizarse que las células contiguas no usen canales adyacentes en sus grupos de servidores externos. La consecución de este objetivo presenta, en concepto, un nivel comparable de dificultad como para solucionar el problema original de asignación de canal con restricciones de canal adyacente. Sin embargo, una ventaja significativa de la metodología de la invención se encuentra en que una vez encontrada una asignación de este tipo, normalmente a una capacidad reducida con respecto a solucionar el problema sin restricciones de canal adyacente, puede aumentarse la capacidad con partición de reutilización.

Se ha usado partición de reutilización para aumentar la capacidad en ausencia de restricciones de canal adyacente, acordando proporciones S/I mayores presentes más cerca de la estación base para una distancia de reutilización más corta o, de manera equivalente, un factor de reutilización menor [véase S.W. Halpern, "Reuse partitioning in cellular systems", *Proceedings of the 33rd Vehicular Technology Conference*, págs. 322-327, mayo de 1983]. Cuando se imponen restricciones de canal adyacente, es más difícil conseguir la solución intermedia puesto que los factores de reutilización menores no pueden satisfacer estas restricciones. La metodología de la invención muestra cómo sortear este obstáculo y conseguir así una mayor capacidad.

Finalmente, no es necesario restringir el límite  $\lambda$  del radio  $\lambda_1$  del grupo de servidores interno para producir un nivel especificado de interferencia de canal adyacente que se considera insignificante. El radio (y por tanto el mayor nivel de interferencia de canal adyacente) puede seleccionarse de modo que aumenta la capacidad de célula, siempre que la interferencia de canal adyacente y de canal conjunto total resultante sea aceptable.

### (d) Aplicación de metodología

La metodología de la invención puede usarse con asignación de canal fija no regular y regular así como asignación de canal flexible. Esta sección proporciona aplicaciones ejemplares de esa metodología, que muestran la ganancia de capacidad alcanzable mediante este método cuando se usa con asignación de canal fija.

#### N de 9,3

Considérese en primer lugar un ejemplo en el que los conjuntos de canales se construyen mediante el método horizontal. Por tanto, cada conjunto de canales contiene canales adyacentes a los conjuntos de canales por encima y por debajo de éste, siendo el último conjunto de canales adyacente al primero. Se utilizará un factor de reutilización de 9 para los grupos de servidores externos y un factor de reutilización de 3 para los grupos de servidores internos, como se ilustra en la figura 8. En la solicitud acompañante designada como *Benveniste-7* (S/N 08/580570) se mostró que una agrupación de reutilización de tamaño 9 de este tipo no tiene bordes adyacentes, tal como requiere la condición 3 anterior.

## ES 2 326 932 T3

La capacidad se mide como la carga ofrecida que pueden portar los canales disponibles con un 2 por ciento de probabilidad de bloqueo. Suponiendo que el tráfico se distribuye de manera uniforme, la parte del tráfico total que se ubicaría dentro del área de cobertura del grupo de servidores interno sería igual a  $\lambda_1^2/R^2$ . Es decir, si  $a_o$  es la capacidad de un grupo de servidores externo, y  $a_1$  es la capacidad de un grupo de servidores interno, debe mantenerse la siguiente relación si el tráfico se distribuye de manera uniforme dentro de un círculo de radio  $R$ .

$$\frac{\lambda_1^2}{R^2} = \frac{a_1}{a_o + a_1} \quad (11)$$

Además, según la condición 1,

$$\lambda_1 \leq \lambda \quad (12)$$

Ahora, considérese que hay 399 canales disponibles (como en el caso del actual sistema de comunicaciones celulares estadounidense). Si 324 de estos canales se asignan a los 9 grupos de servidores externos (36 a cada uno), y 75 canales se asignan a los 3 grupos de servidores internos (25 a cada uno), la capacidad de los grupos  $a_o$  externos sería de 27,3 erlangs (a partir de las tablas Erlang convencionales, basándose en el 2% de probabilidad de bloqueo), y la capacidad de los grupos  $a_1$  internos sería de 17,5 erlangs. La capacidad total por célula sería de 44,8 erlangs, con 0,3906 de ésta portada por el grupo de servidores interno (véase la tabla 3). Sin embargo, para ser coherente con el supuesto de distribución de tráfico uniforme el radio  $\lambda_1$  de grupo de servidores interno tendría que ser  $0,6250 R$ , según la ecuación (11). La peor proporción S/I de canal conjunto para el grupo interno se realizaría a una distancia  $\lambda_1$  de la estación base. Sería de 18,7 dB. El valor  $P_a$  correspondiente a este valor de  $\lambda_1$  es de -9,93 dB, según la ecuación (9). La ecuación (3) da el peor caso de proporción S/I realizada en el círculo interno; es de 18,45 dB. El peor caso de proporción S/I para una unidad de abonado en el grupo de servidores externo es de 19,6 dB.<sup>4</sup>

Podría realizarse una proporción S/I mayor reduciendo  $\lambda_1$  y redistribuyendo los canales disponibles entre los grupos de servidores, tal como se observa en la tabla 4. Si 333 canales se asignan a los 9 grupos de servidores externos (37 a cada uno), y 66 canales se asignan a los 3 grupos de servidores internos (22 a cada uno), la capacidad de un grupo de servidores externo sería de 28,2 erlangs cada uno, y de 14,9 erlangs en el grupo de servidores interno. De la capacidad de célula total de 43,1 erlangs, 0,35 está en el grupo de servidores interno. La condición de distribución de tráfico uniforme en la ecuación (11) se cumpliría si  $\lambda_1$  fuera igual a  $0,588 R$ . La proporción S/I de canal conjunto en el grupo de servidores interno es de 19,85 dB. El peor caso del valor  $P_a$  es de -11,56 dB, calculado según la ecuación (9). La ecuación (3) da el peor caso de proporción S/I realizada en el círculo interno; es de 19,62 dB. El grupo de servidores externo aún tiene un caso peor de proporción de S/I de 19,6 dB.

TABLA 3

*Partición de reutilización (9,3)--  $\lambda_1 = 0,6250 R$*

Grupo de servidores	S/I (dB)	Canales por grupo de servidores	Canales utilizados	Capacidad (erlangs)
Externo (N=9)	19,6	36	324	27,3
Interno (N=3)	18,5	25	75	17,5
Combinado	18,5	61	399	44,8

<sup>4</sup> La proporción S/I se calcula sumando las contribuciones de interferencia de las seis células de canal conjunto más cercanas con un punto fijo en el límite del área de cobertura del grupo de servidores.

## ES 2 326 932 T3

TABLA 4

*Partición de reutilización (9,3)--  $\lambda_1 = 0,588 R$*

Grupo de servidores	S/I (dB)	Canales por grupo de servidores	Canales utilizados	Capacidad (erlangs)
Externo (N=9)	19,6	37	333	28,2
Interno (N=3)	19,6	22	66	14,9
Combinado	19,6	59	399	43,1

*N de 8,3*

En este ejemplo los conjuntos de canales se construyen mediante el método par/impar. Es decir, la mitad de los conjuntos de canales proceden de la primera columna de una matriz de dos columnas y la otra mitad procede de la segunda columna. Se utilizará un factor de reutilización de 8 para los grupos de servidores externos, y un factor de reutilización de 3 para los grupos de servidores internos. De los ocho conjuntos de canales de servidor externo, los pares (1, 2), (3, 4), (5, 6) y (7, 8) contienen canales adyacentes. No habría canales adyacentes en los pares restantes si los canales tras el primer, segundo y tercer cuarto del espectro no se utilizaran. Se mostró en la solicitud acompañante designada como *Benveniste-7* (S/N 08/580570) que el *N* de patrón de reutilización 8 con una construcción de conjunto de canales par/impar no tiene bordes adyacentes.

De los 396 canales disponibles, 312 se asignan a los 8 grupos de servidores externos (39 a cada uno), y 84 se asignan a los 3 grupos de servidores internos (28 a cada uno). Cada grupo de servidores externo puede portar una carga  $a_0$  ofrecida de 30,1 erlangs con el 2 por ciento de probabilidad de bloqueo. Con 28 canales cada uno, los grupos de servidores internos pueden portar 20,2 erlangs cada uno. Según la ecuación (11),  $\lambda_1$  sería  $0,6337 R$ . De manera ilustrativa, considérese un límite de interferencia de canal adyacente ajustando  $P_a$  para ser igual a -10 dB. Entonces, según la ecuación (10),  $\lambda_1$  sería igual a  $0,6234 R$  si  $\lambda$  es igual a 4. La carga,  $a_1$ , del grupo de servidores interno sería igual a 19,1 erlangs, según el supuesto de distribución uniforme expresado por la ecuación (11). La capacidad total de una célula con este esquema de partición de reutilización (8, 3) será de 49,2 erlangs, como se muestra en la tabla 5. La proporción S/I en el grupo externo es de 19,5 dB. En el grupo interno, la proporción S/I es de 18,5 dB con la proporción S/I de canal conjunto de 18,7 dB en el grupo interno.

TABLA 5

*Partición de reutilización (8, 3)--  $\lambda_1 = 0,6234 R$*

Grupo de servidores	S/I (dB)	Canales por grupo de servidores	Canales utilizados	Capacidad (erlangs)
Externo (N=8)	19,5	39	312	30,1
Interno (N=3)	18,5	28	84	19,1
Combinado	18,5	67	396	49,2

## ES 2 326 932 T3

Una proporción S/I mayor, con menor capacidad, puede lograrse disminuyendo el área del grupo de servidores interno. La proporción S/I de los grupos de servidores interno y externo puede igualarse en 19,5 dB haciendo que  $\lambda_1$  sea igual a  $0,5918 R$ . Asignando entonces 40 canales a cada uno de los 8 grupos externos, y 25 canales a cada grupo interno, la carga ofrecida que bloquea con el 2 por ciento de probabilidad será de 31 y 17,5 erlangs para cada tipo de grupo de servidores, respectivamente. Para satisfacer el supuesto de distribución de tráfico uniforme en (11),  $a_1$  se ajusta a 16,7 erlangs. Por tanto, la capacidad combinada de los grupos de servidores externo e interno será de 47,7 erlangs por célula, como se ve en la tabla 6.

TABLA 6

*Partición de reutilización (8,3)--  $\lambda_1 = 0,5918 R$*

Grupo de servidores	S/I (dB)	Canales por grupo de servidores	Canales utilizados	Capacidad (erlangs)
Externo (N=8)	19,5	40	320	31,0
Interno (N=3)	19,5	25	75	16,7
Combinado	19,5	65	395	47,7

## II. Conclusión

En el presente documento se da a conocer una metodología novedosa para gestionar interferencias de canal vecino. Este método puede emplearse con asignación de canal regular y no regular, fija y flexible. Y, puede aplicarse a todos los sistemas canalizados que empleen acceso múltiple por división de frecuencias o acceso múltiple por división de tiempo/división de frecuencias híbrido.

## REIVINDICACIONES

1. Método para gestionar interferencias en una red de comunicaciones inalámbricas que tiene áreas de servicio divididas en una pluralidad de células, en el que una pluralidad de canales de comunicaciones están disponibles para su asignación entre dichas células, estando **caracterizado** dicho método por:

formar dos grupos de servidores en cada célula, un grupo de servidores interno para unidades móviles dentro de un radio  $\lambda$  desde un sitio de transmisión central en dicha célula, y un grupo de servidores externo para unidades móviles fuera de ese radio, en el que el radio  $\lambda$  se basa al menos en parte en un valor ( $P_a$ ) umbral predefinido para una proporción de intensidad de señal recibida que relaciona una unidad móvil a la que se da servicio y una unidad móvil que interfiere;

asignar dichos canales disponibles entre dichos dos grupos de servidores sujetos a las siguientes restricciones:

los canales adyacentes no están permitidos en ningún par de grupos de servidores externo e interno; y

los canales adyacentes no pueden usarse por ninguno de los dos grupos de servidores externos que se asignan a células contiguas.

2. Método para gestionar interferencias según la reivindicación 1, en el que dicho radio  $\lambda$  se selecciona dependiendo de una proporción (P) de intensidades de señal para una señal de interferencia a una señal de servicio que es menor que el valor ( $P_a$ ) umbral predefinido para una proporción de intensidad de señal recibida que relaciona una unidad móvil a la que se da servicio y una unidad móvil que interfiere de modo que una unidad móvil dentro de ese radio no experimentará una interferencia de canal adyacente de enlace descendente de una célula vecina.

3. Método para gestionar interferencias según la reivindicación 1, en el que dicho radio  $\lambda$  se selecciona dependiendo de una proporción (P) de intensidades de señal para una señal que interfiere a una señal de servicio que es menor que el valor ( $P_a$ ) umbral predefinido para una proporción de intensidad de señal recibida que relaciona una unidad móvil a la que se da servicio y una unidad móvil que interfiere de modo que una unidad móvil dentro de dicho radio no provocará una interferencia de canal adyacente de enlace ascendente en una unidad móvil que opera en una célula vecina.

4. Método para gestionar interferencias según la reivindicación 1, en el que dicho radio  $\lambda$  está definido por la relación:

$$l = \frac{\sqrt{3} R}{1 + P_a^{-1/\gamma}}$$

en la que R es el radio de la célula y  $\lambda$  es un coeficiente de pérdida por propagación.

5. Método para gestionar interferencias según la reivindicación 1, en el que se aplica partición de reutilización para proporcionar una mayor capacidad de manejo de tráfico para una célula.

6. Método para gestionar interferencias según la reivindicación 5, en el que el radio  $\lambda$  desde dicho sitio de transmisión central se ajusta según una solución intermedia entre una proporción señal a interferencia (S/I) realizada y una capacidad portadora de tráfico para dicha célula.

7. Método para gestionar interferencias según la reivindicación 5, en el que dicho grupo de servidores externo está **caracterizado** por un factor de reutilización de 9 y dicho grupo de servidores interno está **caracterizado** por un factor de reutilización de 3.

8. Método para gestionar interferencias según la reivindicación 5, en el que dicho grupo de servidores externo está **caracterizado** por un factor de reutilización de 8 y dicho grupo de servidores interno está **caracterizado** por un factor de reutilización de 3 y se construyen conjuntos de canales mediante un método par/impar.

9. Método para gestionar interferencias según la reivindicación 1, en el que dicho método se aplica para asignación de canal fija regular.

10. Método para gestionar interferencias según la reivindicación 1, en el que dicho método se aplica para asignación de canal fija no regular.

11. Método para gestionar interferencias según la reivindicación 1, en el que dicho método se aplica para asignación de canal dinámica.

## ES 2 326 932 T3

12. Medio de almacenamiento fabricado para contener medios para determinar una asignación de una pluralidad de canales de comunicaciones entre una pluralidad de células en una red de comunicaciones inalámbricas, llevando a cabo dichos medios las etapas del método para determinar una asignación de este tipo según la reivindicación 1.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

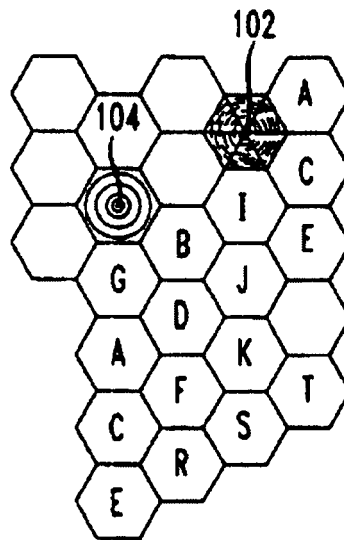


FIG. 2

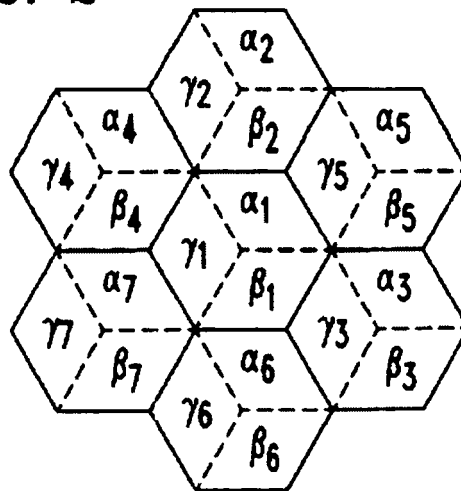


FIG. 3

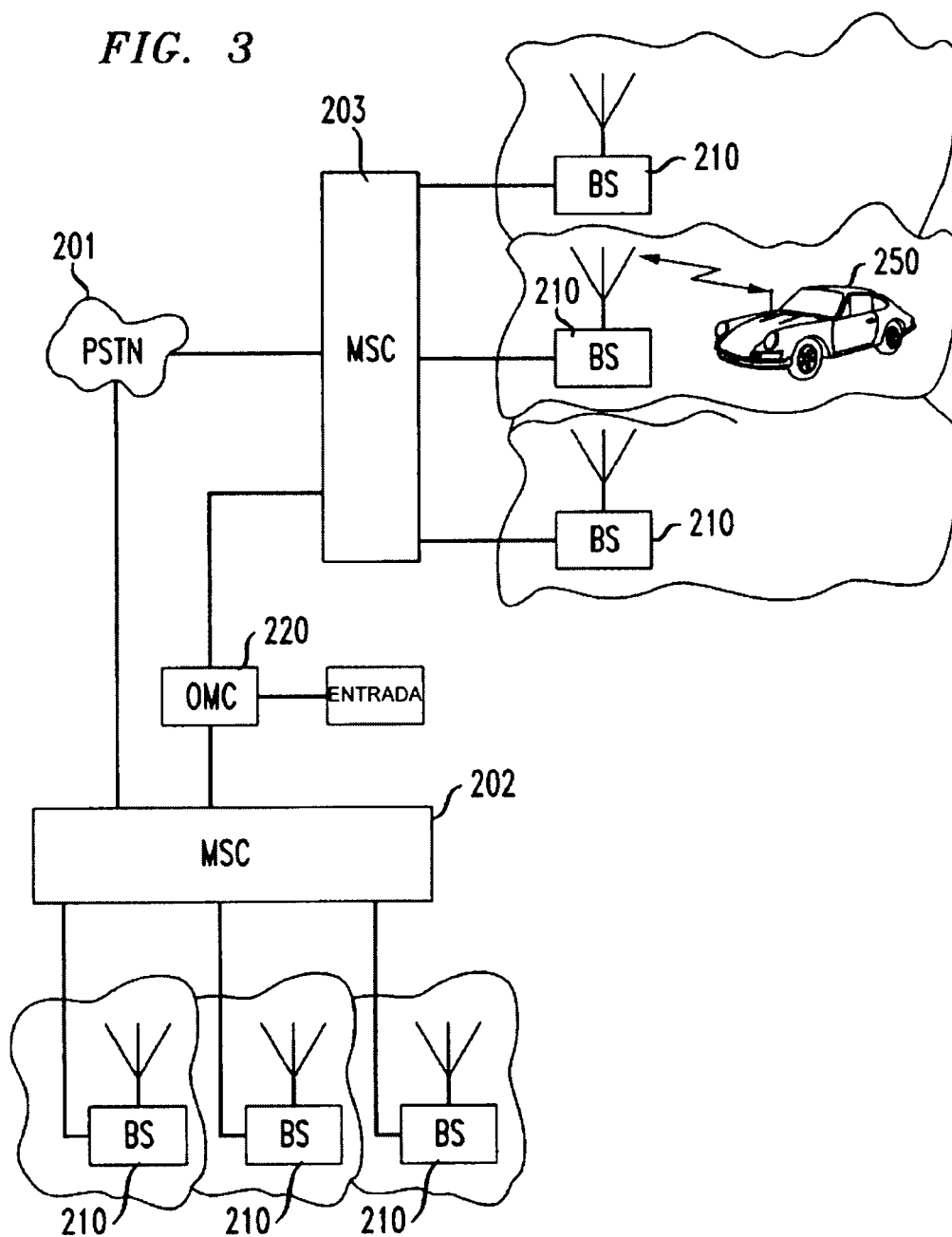
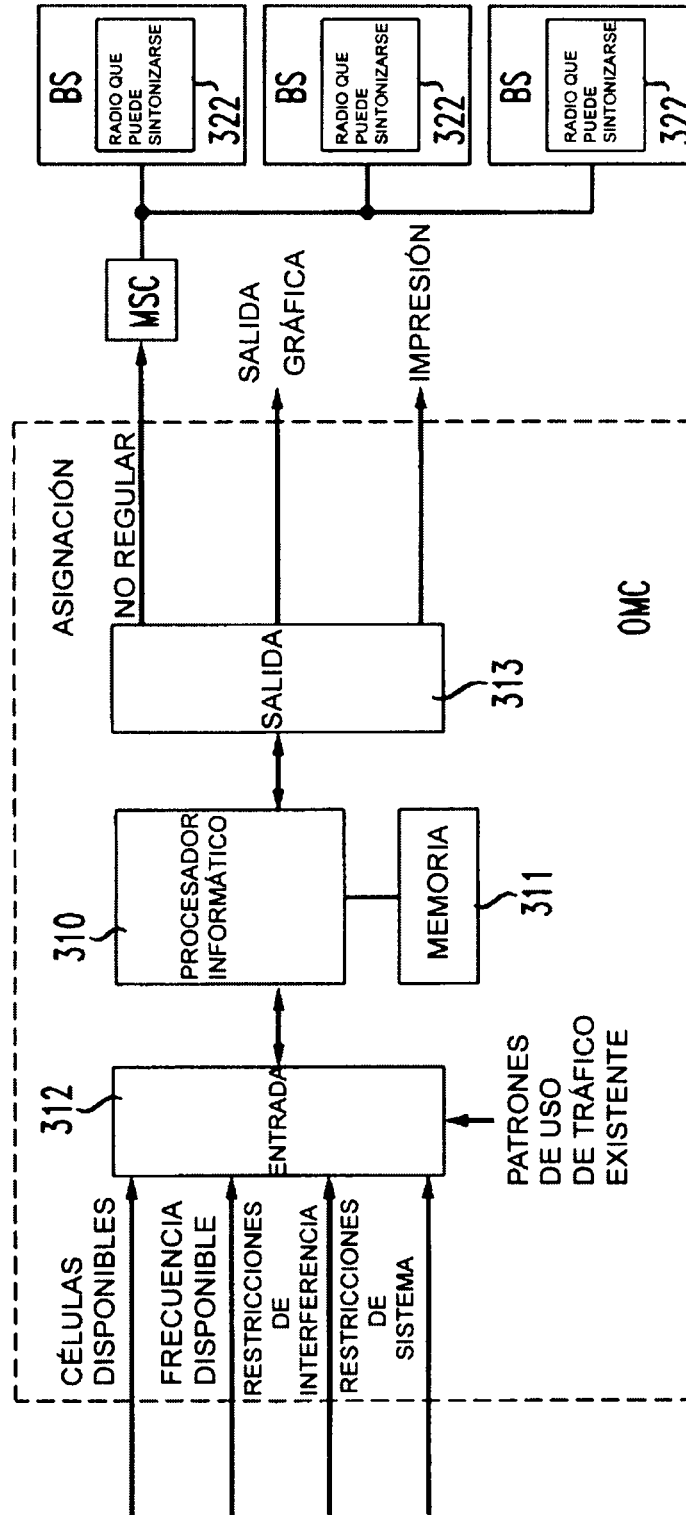
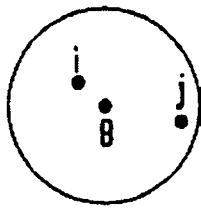


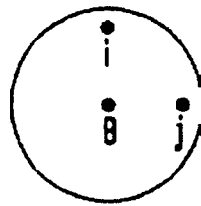
FIG. 4



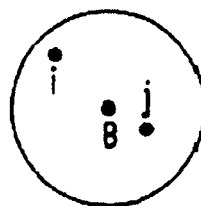
*FIG. 5a*



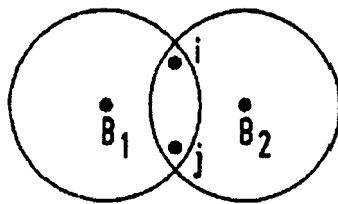
*FIG. 5b*



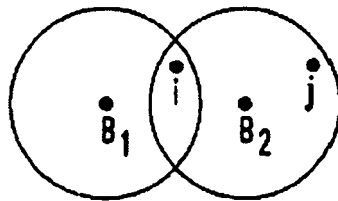
*FIG. 5c*



*FIG. 6a*



*FIG. 6b*



*FIG. 6c*

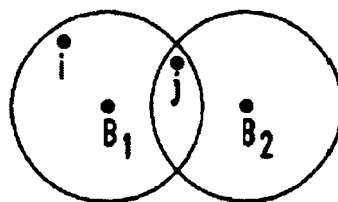


FIG. 7

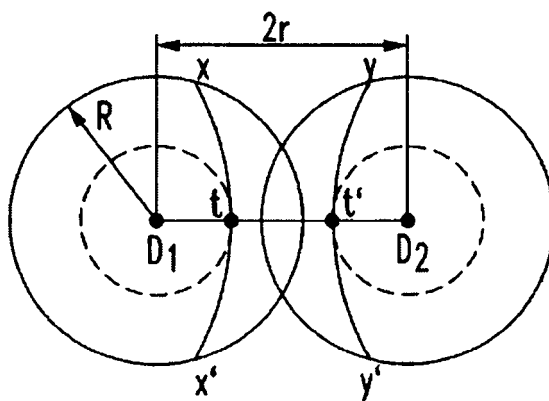


FIG. 8

— N=9 BORDE DE AGRUPACIÓN  
 == N=3 BORDE DE AGRUPACIÓN

