

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 431 079**

51 Int. Cl.:

H04B 1/713 (2011.01)

H04W 16/32 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.12.2002 E 11189454 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2013 EP 2421172**

54 Título: **Arquitectura inalámbrica distribuida mediante microtransmisión**

30 Prioridad:

08.01.2002 US 41251

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

25.11.2013

73 Titular/es:

**ERICSSON INC. (100.0%)
6300 Legacy Drive
Plano, Texas 75024, US**

72 Inventor/es:

DENT, PAUL

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 431 079 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

Arquitectura inalámbrica distribuida mediante microtransmisión

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a sistemas de comunicación de telefonía móvil y más particularmente a una nueva arquitectura para un sistema de comunicación de telefonía móvil para reducir la interferencia co-canal y aumentar la capacidad del sistema.

10 En los sistemas de comunicación de telefonía móvil, los planes de reutilización de frecuencia permiten que se utilice la misma frecuencia más de una vez dentro del sistema. Así, en contraste con la radiodifusión, los sistemas de telefonía móvil dividen una región de servicio en celdas más pequeñas que transmiten diferentes señales para diferentes usuarios. Las frecuencias disponibles se dividen en grupos de frecuencias y a cada celda se le asigna al menos un grupo de frecuencia que se utiliza para las comunicaciones con terminales móviles dentro de esa celda.

15 Para evitar el problema de la interferencia de co-canal, las celdas asignadas al mismo grupo de frecuencia, conocidas como celdas de co-canal, se separan espacialmente de tal manera que el terminal móvil que opera dentro de una celda recibe la señal deseada con un nivel más alto que cualquier señal de interferencia potencial procedente de las celdas de co-canal. Las celdas que operan a diferentes frecuencias se colocan entre dos celdas cualesquiera de co-canal. En general, la potencia de cualquier señal de interferencia disminuye al aumentar la distancia entre los usuarios que interfieren. Se puede reutilizar un grupo de frecuencia si el nivel de interferencia se reduce lo suficiente por la separación entre las celdas de co-canal. El nivel de interferencia se mide por la proporción entre la potencia de la portadora y la potencia de la interferencia, C/I. La proporción C/I es el criterio básico utilizado en el diseño de los planes de reutilización de frecuencia.

25 El documento de la patente japonesa JP 06 343066 A (NIPPON TELEGR y TELEPH CORP), de fecha 13 de diciembre de 1994 y su resumen Inglés que se encuentra en "PATENT ABSTRACTS OF JAPAN" Vol.1995 nº 03, de fecha 28 de abril de 1995, se refieren a un método y un sistema para evitar la colisión entre una onda deseada y una onda de interferencia en un sistema de comunicaciones de radio de espectro de propagación por variación por salto de frecuencia.

30 El documento WO 02/054796 A2, publicado el 11 de julio 2002 reivindica una fecha de prioridad de 28 de diciembre de 2000 y está comprendido en el estado de la técnica en virtud de los Artículos 54(3) y (4) de EPC 1973. Este documento describe un método de comunicación con un terminal móvil, que utiliza una nano diversidad rápida que se utiliza para canales de tráfico y de control para un terminal móvil entre un número de estaciones base transceptoras que utilizan la misma frecuencia y la combinación de intervalos de tiempo (TDMA) o de frecuencia y la difusión por combinación de código (CDMA).

35 De lo anterior, debería ser evidente que el número de veces que una frecuencia dada se puede reutilizar en un sistema está relacionado con la distancia de separación o distancia de reutilización entre dos celdas cualesquiera del co-canal, y el radio de las celdas. Los sistemas actuales sirven una celda de radio determinado utilizando una gran torre ubicada céntricamente. Desafortunadamente con este método de cubrir la zona de servicio, el desbordamiento de la interferencia en las celdas vecinas disminuye con la distancia solo lentamente. Por lo tanto, hay un interés en un método de cobertura que dé atenuación de la señal no deseada más rápidamente fuera de la zona de servicio.

45 COMPENDIO DE LA INVENCION

Una red de comunicación incluye una multitud de celdas, con cada celda cubierta por una red de microestaciones muy próximas antes que una única estación ubicada céntricamente. Cada microestación dentro de una celda determinada puede transmitir la misma información utilizando un transmisor de baja potencia para proporcionar un nivel de señal más uniforme a través de la celda. Esta extensión de la conocida técnica de transmisión simultánea a un gran número de microestaciones se denomina en la presente memoria como microtransmisión. Utilizando la presente invención, la intensidad de la señal se distribuye más uniformemente sobre la celda, en lugar de ser de alta cerca del centro de una celda y baja en el borde de una celda. Por otra parte, la intensidad de la señal fuera de la celda cae rápidamente con la distancia, permitiendo en algunos casos la inmediata reutilización de frecuencias en las celdas adyacentes sin interferencia. El sistema de microtransmisión también se puede utilizar para proporcionar tanto servicio de radio como de televisión.

60 La presente invención se adecuaba particularmente a sistemas de comunicación móvil, tales como sistemas de comunicación de telefonía móvil. La reutilización inmediata de frecuencias en un sistema de comunicación de telefonía móvil se puede facilitar mediante la transmisión de señales a cada terminal móvil utilizando solo un subconjunto de microestaciones en una celda determinada. Las microestaciones seleccionadas para transmitir información a un terminal móvil determinado, denominadas en la presente memoria como el conjunto activo para el terminal móvil, son, por ejemplo, las más cercanas a la ubicación actual del terminal móvil. Las microestaciones más lejanas al terminal móvil, o bien no transmiten o transmiten una señal para un terminal móvil diferente. Como el terminal móvil se mueve a través de la red, las señales más fuertes que reciben las microestaciones desde el terminal móvil son continuamente re-identificados y seleccionadas para incluirse en el conjunto activo del terminal móvil. Por lo tanto, el grupo de

microestaciones en el conjunto activo del terminal móvil se vuelve a ordenar continuamente para ser centrado en la ubicación actual del terminal móvil y puede considerarse como una celda virtual continuamente móvil.

5 Para las transmisiones digitales, el rendimiento puede mejorarse al retardar la modulación transmitida desde un tercio de las microestaciones en el conjunto activo para un terminal móvil determinado por un período de símbolos y adelantar la modulación por un período de símbolos a otro tercio de las microestaciones en el conjunto activo.

10 Una señal recibida en el terminal móvil, por lo tanto, parece haberse propagado a través de un canal de trayectorias múltiples con dos periodos de símbolos de dispersión temporal, y tal señal puede decodificarse ventajosamente utilizando un ecualizador de Viterbi. La sincronización de transmisión puede adaptarse alternativamente sobre la base de los retardos relativos recibidos.

15 Las señales transmitidas desde el terminal móvil y recibidas en las microestaciones se llevan preferiblemente a un procesador central identificado por un terminal móvil determinado. El procesador central procesa conjuntamente las señales recibidas desde las microestaciones seleccionadas con el fin de decodificar la señal deseada con un alto grado de diversidad espacial y puede incluir técnicas de supresión de interferencias.

20 El sistema de microtransmisión de la presente invención también puede aplicarse a la televisión digital o a la radiodifusión de radio que es más flexible a la utilización de un ecualizador para procesar señales con dispersión temporal artificial a partir de múltiples microestaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

25 La Figura 1 es un diagrama de una red de comunicación de telefonía móvil convencional que tiene una multitud de celdas con una única estación base en cada celda.

La Figura 2 es un diagrama de la red de comunicación de telefonía móvil según la presente invención que tiene una multitud de celdas con una red de microestaciones en cada celda.

La Figura 3 es un gráfico de la potencia recibida frente a la distancia para una red de telefonía móvil convencional que se muestra en líneas continuas y la red de comunicación según la presente invención que se muestra en líneas discontinuas.

30 Las Figuras 4a-4c son diagramas que ilustran varios métodos de seleccionar un grupo de microestaciones en una red de microestaciones para servir a un terminal móvil.

La Figura 5 es un gráfico de la proporción portadora a interferencia frente al radio de la celda en una celda del sistema de comunicación según la presente invención.

35 La Figura 6 es un diagrama que ilustra una red de microestaciones que muestra un posible patrón de activación para cuatro terminales móviles en un único canal de comunicación.

La Figura 7 es un diagrama de una red de microestaciones que muestra los patrones de activación para nueve terminales móviles en tres grupos de co-canales.

La Figura 8 es un diagrama de una red de microestaciones que muestra las microestaciones activas para un único terminal móvil.

40 La Figura 9 es un diagrama que ilustra la proporción portadora a interferencia para la zona servida por las microestaciones activas de la Figura 8.

Las Figuras 10 y 11 son gráficos de la proporción portadora a interferencia para dos métodos de evitar conflictos diferentes.

45 La Figura 12 es el diagrama que ilustra una red de microestaciones según la presente invención.

La Figura 13 es un diagrama de bloques funcional de una microestación en la red de comunicación de la presente invención.

La Figura 14 es un diagrama de bloques funcional que ilustra la sección de transmisión del procesador central.

La Figura 15 es un diagrama de bloques funcional que ilustra la sección de recepción del procesador central.

50 La Figura 16 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de procedimiento para asignar microestaciones a terminales móviles.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

55 Haciendo referencia ahora a los dibujos, la Figura 1 ilustra un sistema de comunicación convencional de macro-telefonía móvil indicado generalmente por el número 10. El sistema de comunicación 10 comprende una multitud de celdas 12 relativamente grandes de aproximadamente 20 km de diámetro. Una estación base 14 ubicada centralmente sirve a cada celda 12. Las señales transmitidas por la estación base 14 se propagan desde la estación base 14 al perímetro de la celda en todas direcciones. La potencia de la señal transmitida desde la estación base 14 a cualquier punto determinado disminuye constantemente en función de la distancia a la estación base 14. En el vacío, la intensidad de la señal varía de forma inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde la estación base 14. En la práctica, las pérdidas en el trayecto en un sistema de comunicación de telefonía móvil son más severas que la ley del cuadrado inverso podría predecir debido a las condiciones atmosféricas, del terreno y a otros efectos en el mundo real. En general, se supone normalmente que la potencia de la señal en cualquier punto determinado varía inversamente en proporción a la cuarta potencia de la distancia desde la estación base 14. La Figura 3 traza la intensidad de la señal en función de la distancia en un sistema de macro telefonía móvil típico. Como se ve en la Figura 3, la señal es más fuerte 60 cerca del centro de la celda 12 y es baja cerca de la frontera de la celda. La estación base 14 debe transmitir con potencia suficiente para proporcionar un nivel de señal útil mínimo en el borde de la celda 12.

La Figura 2 ilustra un sistema micro de telefonía móvil según la presente invención, que se indica generalmente con el número 20. El sistema micro 20 de telefonía móvil comprende una multitud de celdas 22. A diferencia de un sistema macro 10 de telefonía móvil, el sistema micro 20 de telefonía móvil de la presente invención emplea una red de microestaciones 24 de baja potencia en cada celda 22, que puede distribuirse uniformemente a través de la celda 22, en lugar de una única estación base 14 ubicada centralmente. Las microestaciones 24 puede disponerse en una serie de patrones de red, tales como un patrón de red cuadrado o un patrón de red hexagonal. En la práctica real, el patrón de red es probable que sea algo irregular, debido a la disponibilidad de sitios adecuados para el montaje de las microestaciones 24. Sin embargo, para los propósitos de explicación de los conceptos de la invención, se supone un patrón de distribución uniforme. Si todas las microestaciones 24 se activan simultáneamente, la intensidad de la señal en cualquier punto determinado se puede calcular mediante la adición de las contribuciones de cada una de las microestaciones 24, teniendo en cuenta la atenuación según la cuarta potencia de la distancia.

En el ejemplo de realización que se muestra en la Figura 2, las microestaciones 24 se disponen en un patrón de red y la separación entre las microestaciones 24 es de aproximadamente $1/10$ del radio de la celda. Así, el número de microestaciones 24 en el ejemplo de realización es 100 veces π , o aproximadamente 315 microestaciones 24 para una celda 22 circular. Un trazado de la intensidad de la señal frente a la distancia para el ejemplo de sistema micro 20 de telefonía móvil también puede verse en la Figura 3. Mediante la utilización de una red de microestaciones 24 de baja potencia en lugar de un único transmisor de alta potencia en el centro de la celda 22, la intensidad de la señal se distribuye más uniformemente a través de la celda 22 y cae rápidamente más allá de la frontera de la celda. Como se muestra en la Figura 3, la intensidad de la señal en la frontera de la celda es de aproximadamente -1 dB, comparada con los -55 dB para un sistema macro 10 de telefonía móvil. Esta comparación supone que las microestaciones 24 transmiten con el mismo nivel de potencia que la estación base 14 ubicada centralmente en un sistema macro 10 de telefonía móvil. Por lo tanto, la intensidad de la señal en la frontera de la celda es 54 dB mayor para el mismo nivel de potencia, permitiendo a cada una de las microestaciones 24 reducir su potencia en 54 dB para el mismo nivel de señal en el borde de la celda. Al reducir la potencia transmitida por cada microestación 24, la potencia total transmitida por todas las microestaciones 24 debería ser 29 dB menor que la de la única estación base 14 en un sistema macro 10 de telefonía móvil convencional. Como un ejemplo, un emplazamiento de telefonía móvil típico irradia 20 vatios por canal utilizando una ganancia de la antena de +24 dBi, que dan 37 dBW de potencia efectiva isotrópicamente radiada (EIRP, Effective Isotropically Radiated Power). Las microestaciones 24 de la presente invención pueden ser 54 dB menores que la EIRP, es decir, -17 dBW, lo que puede lograrse utilizando menos de 20 mW en una antena dipolar.

Suponiendo una gran red de múltiples celdas 22, cada una cubierta por una multitud de microestaciones 24 que transmiten en la misma frecuencia, la proporción portadora a interferencia (C/I) dentro de cualquier celda 22 puede calcularse y se muestra en la Figura 5. Como se muestra en la Figura 5, para lograr una proporción C/I de 9 dB (una cifra utilizada con frecuencia en los sistemas GSM) el terminal móvil puede estar ubicado al 88% del radio de la celda.

Según la presente invención, la ganancia en capacidad se puede obtener mediante la transmisión de señales a un terminal móvil utilizando un subconjunto de microestaciones 24 en una celda determinada 22. El subconjunto seleccionado sería un grupo de microestaciones 24 en la vecindad del terminal móvil. Más particularmente, un subconjunto de microestaciones 24 que rodean la ubicación actual del terminal móvil puede transmitir la misma señal en el canal de conexión descendente asignado al terminal móvil, mientras que las microestaciones 24 más alejados desde el terminal móvil no transmiten en el canal de conexión descendente al terminal móvil. El conjunto de microestaciones 24 "activas" para un terminal móvil determinado se denomina en la presente memoria como el conjunto activo. La zona cubierta por el conjunto activo puede considerarse como una celda virtual por los terminales móviles. Puesto que las posiciones de los terminales móviles dentro de las celdas 22 son aleatorias, la agrupación de los terminales móviles en la misma ubicación de la celda es poco probable. Incluso esta ocurrencia poco probable puede evitarse al clasificar los terminales móviles en grupos de co-canales, separándose los terminales móviles en el mismo grupo de co-canal por una distancia suficiente para evitar niveles no deseados de interferencia. Por lo tanto, el mismo canal puede utilizarse simultáneamente por múltiples terminales móviles en la misma celda 22.

Como un terminal móvil se mueve dentro de la celda 22, el conjunto activo para el terminal móvil cambia continuamente, formando lo que puede considerarse como una celda virtual en movimiento. Las microestaciones 24 que reciben la señal más fuerte desde el terminal móvil son identificadas y convertidas en el nuevo conjunto activo para el terminal móvil. Las microestaciones 24 "silenciosas" forman una zona de compensación alrededor de las microestaciones 24 "activas" que reduce la interferencia en las celdas adyacentes 22, y permite además la reutilización del canal por otros terminales móviles en la misma celda.

Determinar el conjunto activo para un terminal móvil se puede hacer de una serie de maneras. Las figuras 4a a 4c muestran tres métodos para determinar el conjunto activo sobre la base de mediciones de la intensidad de la señal en el canal de conexión ascendente asignado al terminal móvil. En las figuras 4a a 4c, se supone un patrón de cuadrícula. En la Figura 4a, el conjunto activo comprende un grupo de 3 por 3 microestaciones 24 centradas en el microestación 24 que recibe la señal más fuerte desde el terminal móvil en la conexión ascendente. En la Figura 4b, el conjunto activo comprende las tres microestaciones que reciben la señal más fuerte desde el terminal móvil. Este método supone que el terminal móvil se ubica en el triángulo definido por las tres microestaciones que reciben la señal más fuerte. En la Figura 4c, el conjunto activo comprende todas las microestaciones 24 que reciben la señal desde el terminal móvil por encima

de un umbral predeterminado. Estos métodos de determinar el conjunto activo se pueden utilizar bien solos o combinados.

Se pueden utilizar otros métodos de determinar el conjunto activo que no dependan de las mediciones de la intensidad de la señal. Por ejemplo, la posición actual del terminal móvil puede calcularse y compararse con las ubicaciones de coordenadas conocidas de las microestaciones 24. En este caso, las microestaciones 24 más cercanas a la ubicación actual del terminal móvil se pueden incluir en el conjunto activo. La posición actual del terminal móvil puede calcularse por triangulación como es bien conocido por los expertos en la técnica. Alternativamente, un terminal móvil equipado con un receptor de posicionamiento, tal como un receptor GPS, puede requerirse para informar periódicamente su ubicación actual a la red o para proporcionar datos de posición a partir de los cuales se puede determinar su posición.

El tamaño del conjunto activo también puede ser dependiente de factores tales como la precisión con la que el terminal móvil puede ser localizado, y la velocidad o tasa de desplazamiento del terminal móvil. Si las microestaciones 24 están muy juntas y el terminal móvil se está moviendo rápidamente, puede no ser posible cambiar dinámicamente el conjunto activo lo suficientemente rápido como para seguir el terminal móvil a través de la red. En este caso, el conjunto activo se puede aumentar en número, de tal manera que el terminal móvil es poco probable que pase a través de la zona definida por el conjunto activo, es decir, la celda virtual, entre las actualizaciones del conjunto activo.

La Figura 6 ilustra un patrón de microestaciones 24 activadas que sirven a cuatro terminales móviles diferentes, todos utilizando el mismo canal. Las microestaciones 24 activas se muestran con un relleno sólido negro, mientras que las microestaciones inactivas se muestran sin relleno. Cabe señalar que las microestaciones 24 designados como inactivas puede de hecho estar transmitiendo en un canal diferente a otros terminales móviles. Los conjuntos activos, denominados A - D, forma círculos alrededor de los terminales móviles. Los círculos más pequeños representan los conjuntos activos para terminales móviles cuya posición se puede determinar con precisión, tales como terminales estáticos o de lento movimiento, mientras que los círculos más grandes representan los conjuntos activos para terminales móviles cuya posición no se puede determinar con precisión, tales como terminales que se mueven rápidamente.

Las microestaciones activas 24 en la Figura 6 están utilizando el mismo canal, pero debido a la distancia entre los terminales móviles, y al hecho de que los terminales móviles se encuentran cerca de los centros de sus respectivos conjuntos activos, la interferencia entre usuarios de co-canal es baja y se obtiene una proporción C/I aceptable. Otros terminales, cuyos conjuntos activos se solapan a los que se muestran en la Figura 6, pueden utilizar un canal diferente sin degradar la proporción C/I. Por lo tanto, el patrón de los conjuntos activos diferirá de un canal a otro. Los conjuntos activos que operan en el mismo canal son separados espacialmente, mientras que los conjuntos activos en diferentes canales pueden solaparse. En efecto, los conjuntos activos definen una multitud de micro celdas, los centros de las cuales variarán de un canal al siguiente. En contraste, el sistema macro 10 de telefonía móvil que se muestra en la Figura 1 utiliza una sola estación base fija 14 para transmitir todos los canales asignados a una celda 12.

La Figura 7 ilustra los conjuntos activos para nueve terminales móviles en tres grupos de co-canales diferentes indicados por diferentes patrones de sombreado. Los conjuntos activos para los nueve terminales móviles están etiquetados A-I, respectivamente. Los círculos con un único patrón de relleno representan microestaciones 24 que transmiten en un solo canal, los círculos que contienen dos patrones de relleno representan microestaciones que transmiten simultáneamente en dos canales diferentes, y los círculos que contienen tres patrones de relleno representan microestaciones 24 que transmiten simultáneamente en tres canales diferentes.

Como se muestra en la Figura 7, cada microestación 24 puede llamarse para transmitir simultáneamente en múltiples canales, y podría llamarse para transmitir en el número máximo de canales disponibles. Por esta razón, cada microestación 24 comprende preferiblemente un transmisor multicanal, por ejemplo puede hacerse utilizando amplificadores de potencia de transmisión lineal. Los amplificadores de potencia lineales generalmente son de baja eficiencia o producen intermodulación no deseada. Sin embargo, los transmisores de potencia relativamente baja requeridos en la presente invención (típicamente en el orden de 20 milivatios por canal) plantean mucho menos desafío ya que la eficiencia es menos importante a niveles de potencia más bajos. Por otra parte, todos los canales del sistema micro 20 de telefonía móvil pueden transmitirse a un nivel de potencia igual, a diferencia de la estación base 14 ubicada centralmente en sistemas macro 10 de telefonía móvil, que ajustan el nivel de potencia transmitida en función de la distancia al terminal móvil. La disparidad que resulta en los niveles de potencia puede provocar intermodulación entre dos canales de alta potencia que disipan un canal de baja potencia. Puesto que tal disparidad de potencia es innecesaria en el sistema micro 20 de telefonía móvil de acuerdo con la presente invención, la intermodulación en la salida de cualquiera de las microestaciones 24 es, a lo peor, 10 dB menor que la potencia en cualquier canal, y la intermodulación de la proporción de potencia de la señal deseada en el terminal móvil, que es el conjunto de muchas señales de salida de la microestación, es probable que sea algo menor. El nivel de intermodulación de -10 dB se logra con un amplificador saturado, por lo tanto no se requiere ninguna linealidad extrema de la microestación 24, incluso para operaciones de múltiples portadoras.

La Figura 8 ilustra una red cuadrada de microestaciones 24 según una realización de la presente invención. Las microestaciones 24 están representados como círculos, con los círculos rellenos de negro que representa un conjunto activo. En la siguiente discusión, se supone que el conjunto activo comprende un grupo de nueve microestaciones 24

que rodean la ubicación actual del terminal móvil. Los conjuntos activos que usan el mismo canal se separan por al menos una división de cuadrícula de manera que no se requiere ninguna microestación 24 para transmitir dos señales diferentes en el mismo canal al mismo tiempo, lo que podría dar lugar a un conflicto de transmisión en la microestación 24. Las curvas de C/I para el terminal móvil ubicado dentro de su conjunto activo se representan en la Figura 9. Se supone que todas las demás microestaciones 24 fuera del conjunto activo están transmitiendo señales de interferencia de igual potencia destinadas a otros terminales móviles.

Las nueve microestaciones 24 en un conjunto activo definen cuatro cuadrados, denotados S1-S4, con las microestaciones 24 situadas en las esquinas de estos cuatro cuadrados S1-S4. Los centros de estos cuatro cuadrados definen un cuadrado central que se designa por S5. Se supone que el terminal móvil se encuentra dentro del cuadrado central S5. Si el terminal móvil se mueve fuera del cuadrado central S5, el conjunto activo se cambiaría para centralizar el patrón alrededor de la ubicación actual del terminal móvil de manera que esté una vez más dentro del cuadrado central S5. En consecuencia, la Figura 9 muestra las curvas C/I trazadas dentro del cuadrado central. Las curvas C/I constantes son aproximadamente circulares. La proporción C/I más baja de 10,8 dB se produce en las esquinas del cuadrado central S5. Esta proporción C/I es más que suficiente para hacer funcionar un sistema GSM usando modulación GMSK en todo el campo. Alternativamente, dentro de la zona de la curva C/I de 20 dB, que es la mitad de la zona, se puede utilizar una modulación de orden superior, tal como 8-PSK. Por otra parte, la macro-diversidad que resulta de la utilización de nueve transmisores para transmitir a un solo terminal móvil reduce los efectos de atenuación y apantallamiento, mejorando así la calidad de la señal y la fiabilidad.

La ganancia de diversidad se puede mejorar al retrasar o retardar la señal transmitida desde las microestaciones 24 seleccionadas dentro del conjunto activo. En la Figura 9, los números 0, -1, 1 asociados con las nueve microestaciones 24 indican la sincronización relativa de las señales transmitidas por las microestaciones 24 en el conjunto activo. Un "-1" representa un retardo de 1 período de símbolo, un "+1" representa un adelanto de sincronización de un período de símbolo, y un "0" representa ningún tiempo de retardo o adelanto. Cuando se utiliza un desplazamiento de tiempo relativo en las microestaciones 24 seleccionadas, la señal recibida en el terminal móvil parece haberse propagado a través de un canal de trayectorias múltiples con dos períodos de símbolos de dispersión en el tiempo, y tal señal puede decodificarse ventajosamente utilizando un decodificador de Viterbi. Se pueden utilizar otros patrones de sincronización por adelanto/retardo que resultan preferiblemente en un terminal móvil ubicado en la posición más desfavorable desde una perspectiva de la proporción C/I, que recibe señales de los transmisores que tienen diferente tiempo de modulación y los valores de retardo anticipados. Este método proporciona una mayor ganancia de macro-diversidad en comparación con la modulación sincrónica.

Según las Figuras 8 y 9, cada canal puede ser reutilizado cada nueve kilómetros cuadrados, asumiendo una microestación 24 por cada kilómetro. Utilizando una celda convencional de radio diez kilómetros que tiene tres sectores y un plan de reutilización de frecuencia de sector triple, de triple emplazamiento, cada canal de frecuencia se puede utilizar sólo una vez en tres emplazamientos, cada uno de los cuales cubre 260 kilómetros cuadrados. Por lo tanto, cada canal de frecuencia se utiliza una vez por cada 780 kilómetros cuadrados. Por lo tanto, la presente invención tiene el potencial de aumentar la capacidad del sistema 87 veces ($780 \div 49$). Este aumento de la capacidad se obtiene al sustituir un emplazamiento de gran antena que cubre 260 kilómetros cuadrados por 260 microestaciones 24. Por lo tanto, si el coste de una microestación es $87/260 \cdot 1/3$ del coste de una macro-estación, el coste por capacidad unitaria está en el umbral de rentabilidad. De hecho, el coste de las microestaciones 24 es probable que sea mucho menos de un tercio del coste de la estación base 14 en un sistema macro 10 de telefonía móvil, debido en parte a la ausencia de necesidad de una gran torre y de antenas sectoriales de alta ganancia compleja. Por lo tanto, existe el potencial de ahorros de coste significativos por unidad de capacidad. Los cálculos de capacidad descritos anteriormente suponen una distribución uniforme de terminales estáticos. En la práctica, las ganancias de capacidad factibles serán ligeramente menores que las ganancias teóricas discutidas anteriormente.

Como el terminal móvil se mueve a través de la red, el conjunto activo cambia para formar una celda virtual que sigue al terminal móvil a través de la red. Es de esperar, por lo tanto, que los conjuntos activos para los terminales móviles que funcionan en el mismo canal puedan chocar o superponerse.

Cuando se utiliza el sistema micro 20 de telefonía móvil según la presente invención, las señales moduladas y transmitidas sincrónicamente a diferentes microestaciones 24 pueden recibirse con uno o más períodos de símbolos de retardo relativo en el terminal móvil, en función de las distancias relativas de los terminales móviles a las microestaciones 24 en el conjunto activo. Como se explicó anteriormente, este fenómeno es deseable y puede fomentarse al introducir retardos de tiempo de más o menos un período de símbolos en las microestaciones 24 seleccionadas, siempre que la propagación de retardo resultante en el terminal móvil esté dentro de su capacidad compensadora. Cuando se realiza un cambio en el conjunto activo de un terminal móvil que se mueve a través de la red, es deseable que cualquier cambio repentino del perfil de retardo de canal que resulta de suprimir y añadir las microestaciones 24 de su conjunto activo debería estar dentro de la capacidad de los terminales móviles de detectarlo y adaptarse. Los terminales móviles que implementan el estándar conocido como Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM, Global System for Mobile Communications) realizan correlaciones entre un período conocido de símbolos, incrustado en cada intervalo de transmisión de los datos y los datos recibidos a través de una ventana variable en el orden de más o menos cinco símbolos con el fin de determinar el perfil de retardo y el centro de sincronización de la energía de correlación máxima para cada intervalo. Por lo tanto, los terminales móviles GSM son

inmunes a los cambios en el retardo o la sincronización entre intervalos siempre que no sean más que más o menos unos pocos períodos de símbolos.

5 Con mayor separación espacial, como puede ocurrir en un sistema de macro-diversidad, la etapa de retardo o sincronización al cambiar la transmisión de una estación base 14 a otra (en un sistema macro 10 de telefonía móvil convencional) puede exceder la ventana de correlación del terminal móvil a menos que se adopten medidas para impedir cambios de etapa excesivos. Tales medidas pueden incluir por ejemplo, la sincronización de la transmisión de retardo en un emplazamiento más cercano respecto a un emplazamiento más distante mediante una cantidad necesaria para compensar el cambio de etapa. Esta cantidad puede determinarse al recibir una señal desde el terminal móvil en la conexión ascendente en ambos emplazamientos y determinar el retardo relativo al correlacionar con una palabra de sincronización incrustada en la señal recibida. Supongamos, por ejemplo, que las transmisiones al terminal móvil cambian desde una primera estación base 14 a una segunda estación base 14 en el tiempo t . Si, en el tiempo t , la segunda estación base 14 está recibiendo señales en el canal de conexión ascendente de cinco períodos de símbolos antes de la primera estación base 14, la segunda estación base 14 puede programarse para transmitir con un retardo de sincronización de cinco períodos de símbolos con respecto a la primera estación base 14. A medida que el terminal móvil se aleja de la segunda estación base 14, el retardo puede reducirse, es decir, la sincronización de símbolos de demodulación se adelanta, de tal manera que el terminal móvil todavía recibe una señal centrada en su ventana de correlación. Una de las ventajas del sistema micro 20 de telefonía móvil de la presente invención es que el separación espacial reducida hace innecesarias tales medidas, al menos para el período de símbolos de modulación GSM de poco menos de cuatro ms. Para un sistema CDMA que transmite unos pocos megachips por segundo, pueden ser necesarias las medidas de adelanto/retardo de sincronización descritas anteriormente, o medidas equivalentes.

La Figura 12 ilustra un ejemplo de arquitectura del sistema para el sistema micro 20 de telefonía móvil de la presente invención. Como se muestra en la Figura 12, una multitud de microestaciones 24 ubicadas en la misma celda 22 se conectan a un procesador central 30 a través del medio de comunicación 32 para formar un bucle. El medio de comunicación 32 puede, por ejemplo, comprender una fibra óptica, una línea T1 o E1, o otra conexión. En el ejemplo de realización descrito en la presente memoria, cada celda 22 incluye un único procesador central 30. Alternativamente, las microestaciones 24 en una sola celda 22 se pueden dividir en subgrupos, teniendo cada subgrupo un procesador central 30. El procesador central 30 comprende una sección de transmisión 200 para generar datos de transmisión que se transmiten mediante las microestaciones 24 a los terminales móviles, una sección de recepción 300 para desmodular y descodificar los datos recibidos por las microestaciones 24 y un procesador de control 32. Los datos transmitidos pueden transmitirse desde el procesador central 30 a las microestaciones 24 utilizando una cualquiera de un número de técnicas de multiplexación conocidas, que incluyen la multiplexación por división de tiempo, la multiplexación por división de frecuencia, la multiplexación por división de código o la multiplexación por división de longitud de onda. Se da formato a la transmisión de datos y se transmite por el procesador central 30 a la primera microestación 24.

Los datos transmitidos pasan alrededor del bucle desde una microestación 24 a la siguiente, hasta que se llega a la última microestación 24. Cada microestación 24 extrae la señal transmitida destinada a tal microestación 24 y se inserta en su lugar una señal recibida para su transmisión de vuelta al procesador central 30. Por lo tanto, en cada microestación 24, los datos transmitidos se extraen y los datos recibidos se insertan en la señal acumulada que pasa de una microestación 24 a la siguiente. La última microestación 24 en el bucle transmite la señal acumulada, que ahora contiene sólo las señales recibidas, de vuelta al procesador central 30, que puede desmodular y descodificar las señales recibidas.

La Figura 13 ilustra un ejemplo de microestación 24. La microestación 24 comprende un circuito 101 de reducción y de inserción, un convertidor elevador 102, un convertidor reductor 103, un amplificador de potencia 104, un amplificador de bajo ruido 105, un duplexor 106 y una antena 107 de transmisión y recepción. El circuito 101 de reducción y de inserción puede ser, por ejemplo, ser un circuito de reducción y de inserción opto-electrónico. Una forma práctica de reducir e insertar señales ópticas es convertir primero las señales ópticas en señales eléctricas utilizando fotodetectores, para reducir e insertar las señales en el dominio eléctrico, y luego volver a convertir las señales eléctricas en señales ópticas utilizando diodos láser. Como alternativa, los dispositivos ópticos directos de reducción y de inserción se pueden formar utilizando espejos micro-mecanizados eléctricamente móviles. La espejos micro-mecanizados son relativamente lentos pero, no obstante, lo suficientemente rápidos para desviar la luz a diferentes lugares para los bloques de bits de información que tienen una duración suficientemente larga, como por ejemplo un intervalo de tiempo en un sistema de comunicación GSM o TDMA. Otra alternativa es emplear multiplexación por división de longitud de onda densa en donde la señal destinada a una microestación 24 en particular se modula sobre una única longitud de onda de la luz. Al utilizar un prisma o rejilla de difracción para combinar o separar las diferentes longitudes de onda de la luz, cada microestación 24 puede reducir su propia longitud de onda de luz particular lo que tiene la intención de transmitir la señal e insertar la misma longitud de onda de la luz remodulada con la señal recibida correspondiente, mientras que la luz de otras longitudes de onda asociadas con otros micro emplazamientos los atraviesa sin afectarle.

La señal de transmisión que se extrae o se reduce en cada microestación 24 puede ser una representación digital de banda base de una señal de portadora múltiple que comprende componentes en fase (I) y componentes en cuadratura (Q), por ejemplo. El flujo de muestras digitales I/Q puede representar, por ejemplo, una señal GSM de dieciséis portadoras de 3,2 MHz de ancho de banda. Al utilizar un sobremuestreo de 65/48 veces, cada flujo de muestras I/Q es

de 13/3 mega muestras por segundo de los típicamente valores complejos de 8+8 bits, proporcionando 69,33 megabits por segundo por microestación 24. Después de quitar el formato y de la conversión digital a analógica, las muestras analógicas I/Q resultantes se aplican al modulador o convertidor elevador 102, que genera una señal en la banda de frecuencia de telefonía móvil. La señal de portadora múltiple se amplifica al nivel de potencia de transmisión deseado, por ejemplo, 20 megavatios por portadora mediante un amplificador de potencia lineal. La señal de transmisión amplificada se alimenta a la antena 107 a través del duplexor 106 de transmisión/recepción. El número de bits necesarios para representar I y Q se puede reducir haciendo coincidir el margen dinámico de la cuantificación con la linealidad de la PA. Ya se ha señalado que este último no tiene que ser desafiantemente alto, indicando de este modo el potencial de reducir sustancialmente la tasa de bits de I/Q.

Las señales recibidas por la antena 107 se alimentan mediante el duplexor 106 y un amplificador de bajo ruido 105 al convertidor reductor 103. La señal multiportadora recibida puede convertirse en muestras digitales utilizando, por ejemplo, la técnica polar logarítmica descrita en la Patente de EE.UU. N° RE 37.138. Esta técnica expresa una señal compleja general (es decir, la señal multiportadora recibida) en términos de un ángulo de fase instantánea y una señal de amplitud logarítmica instantánea, de este modo logra un alto margen dinámico sin el uso de control de ganancia adaptativo (AGC). Se podría utilizar una representación de fase de 8 bits y una representación de amplitud logarítmica de 8 bits en esta aplicación para que las muestras de señal recibidas reemplacen exactamente a las muestras transmitidas reducidas.

El margen dinámico de las señales recibidas en un terminal móvil dentro de la señal multiportadora puede limitarse, si es necesario, para permitir el uso de representaciones de solo 8 bits mediante el uso del control de potencia de bucle cerrado. Se puede ordenar a los terminales móviles cerca de una microestación 24 reducir la potencia en comparación con los terminales móviles más alejados de la microestación 24. Es una ventaja del alto nivel de la diversidad de transmisión y recepción proporcionada por la presente invención que la intermodulación de transmisión y las correspondientes imperfecciones de recepción son menos problemáticas debido a que las señales de interferencia son diferentes en cada microestación 24 y, por lo tanto, no aditivas coherentemente. Es incluso concebible que se podría utilizar un transmisor de límite fuerte (es decir, un amplificador de potencia saturado 104). El uso de un amplificador de potencia saturado también se ve facilitado por el hecho de que todas las señales radiadas disminuyen mucho más rápidamente con la distancia más allá del borde de una celda virtual.

Las Figuras 14 y 15 ilustran un ejemplo de realización del procesador central 30. La figura 14 ilustra una realización de la sección de transmisión 200, y la Figura 15 ilustra una realización de la sección de recepción 300 del procesador central 30.

Haciendo referencia a la Figura 14, la sección de transmisión 200 del procesador central 30 comprende una multitud de selectores 202, uno o más multiplexores por división de frecuencia digitales (DFDMs) 204 y un multiplexor de salida 206. Los selectores 204 forman una matriz 208. Cada columna de la matriz 208 de selectores corresponde a una microestación 24 particular. Cada fila corresponde a un canal de frecuencia particular. Un número de flujos de datos D1, D2, ... Dk para la transmisión entra en el primer selector 202 en cada fila y pasa a lo largo de la fila hasta el último selector 202. Puede haber hasta 'k' flujos de datos por cada canal de frecuencia. Cada microestación 24 transmite un único flujo de datos D en cada canal de frecuencia. Cada selector 202 selecciona un flujo de datos que se transmite mediante una correspondiente microestación 24 a partir de los flujos de datos 'k' disponibles para un canal en particular. Hay un selector 202 para cada par microestación/canal posible. La notación SL(i, j) en la Fig. 14 indica el selector 202 para el canal j-ésimo transmitido por la i-ésima microestación 24.

Cada flujo de datos puede ser un flujo de bits binario, o un par de cadenas de bits binarios correspondientes a una modulación compleja en la que una cadena de bits se modula a la "I" o parte real y el otro a la "Q" o parte imaginaria. Cada flujo de datos también puede comprender un flujo de números complejos que representan muestras de una señal ya modulada y filtrada, o bien otra modulación de orden superior, tal como 8-PSK. Los flujos de datos también pueden ser cadenas de bits ternarios o tri-estado que representan valores de la señal de 1, 0 o -1, donde '1' representa un '1' lógico, '-1' representa un '0' lógico y '0' significa que no se transmitirá potencia. Las ráfagas GSM comienzan y terminan con los períodos de guardia sin transmisión que se crean mediante el establecimiento de las cadenas de bits con el valor '0' de la señal.

Para la transmisión de señales con la norma GSM, sería apropiada para cada flujo de datos ser un par de cadenas de bits I, Q con una compensación de medio símbolo así como generar Offset QPSK, que es la forma exacta de la modulación utilizada por el sistema GSM que es generalmente aproximada a una señal GMSK de envolvente constante. Cuando no hay necesidad de limitar la señal al ser de envolvente constante, como es el caso en el que se utilizan transmisores lineales, es más ventajoso el uso de la forma exacta (OQPSK). La tasa de símbolos para el canal I y Q es un múltiplo de, al menos, unas 13MHz/96 veces o aproximadamente 135 kilomuestras/seg, por ejemplo, 270,833 kilomuestras/seg.

Cada selector 202 tiene una entrada de control (no mostrada) para recibir señales de control desde el procesador de control 32 que indica que se seleccionará uno, en su caso, de los 'k' flujos de datos 'k'. Los selectores 202 para una microestación 24 determinada se conectan al mismo DFDM 204. En la realización descrita, hay un DFDM 204 para cada microestación 24. El DFDM 204 multiplexa los flujos de datos seleccionados para ser transmitidos mediante una

microestación 24 determinada. Por ejemplo, en un sistema GSM, el DFDM 206 filtra y convierte ascendentemente los flujos de datos a un respectivo canal de 200 KHz en la banda base digital compleja. Las salidas de todos los DFDMs 204 pueden entonces multiplexarse además por el multiplexor de salida 206 para su distribución a las microestaciones 24 utilizando la fibra o el cable. El multiplexor de salida 206 puede, por ejemplo, utilizar la multiplexación por división de longitud de onda cuando se utiliza fibra óptica como un medio de distribución. También podrían utilizarse cuando sea apropiado otras formas de multiplexación, tales como multiplexación por división de frecuencia, multiplexación por división de tiempo, multiplexación por división de código y multiplexación por división de frecuencia ortogonal.

El DFDM 204 puede funcionar mediante la combinación de flujos de datos en pares al filtrar primero los flujos de datos para impedir el desbordamiento del canal adyacente, a continuación rotar las señales I, Q de uno o ambos flujos filtrados para desplazar las señales a los canales adyacentes 200KHz separados y, a continuación, muestrear ascendentemente las señales por un factor de dos. Las señales desplazadas y muestreadas ascendentemente se pueden entonces sumar para producir una señal de 400 KHz de ancho en la banda de base compleja a una tasa de muestreo de preferiblemente 65/48 veces el ancho de banda o 541,666 kilomuestras por segundo tanto para flujos de muestra I como Q. Dos pares de tales señales de 400 KHz pueden combinarse a continuación de igual manera, pero con un desplazamiento relativo de 400 KHz para dar 1083,333 kilomuestras por segundo, y así sucesivamente. Cuando los flujos de muestras I, Q finales llegan y se reducen en su microestación 24 de destino, sólo es necesario convertir D-a-A los flujos de muestras I, Q, filtrarlos para producir señales de tiempo continuas, y entonces modular en cuadratura las señales de tiempo continuas sobre una portadora de radiofrecuencia.

Los selectores 204, como se ha indicado anteriormente, se controlan mediante el procesador de control 32 para seleccionar los flujos de datos para la transmisión destinada a los terminales móviles que se reciben con más intensidad en cada microestación 24. El canal selector hacia al que se aplica un flujo de datos puede variar de ráfaga en ráfaga o trama a trama para efectuar la variación por saltos de frecuencia. Por ejemplo, el flujo de datos para un terminal móvil determinado puede conectarse a la entrada D1 si, para esta ráfaga, intervalo o trama, el terminal móvil va a sintonizarse al canal 1, o alternativamente a la entrada D(k+1) si el terminal móvil se va a recibir en el canal 2. Este método de crear transmisiones por variación por saltos de frecuencia se denomina "variación por saltos de banda base". Se puede seleccionar la misma secuencia de datos para la transmisión por múltiples microestaciones 24, proporcionando diversidad de transmisión.

Los selectores 204 también pueden controlarse mediante el procesador de control 32 para retardar cualquier flujo de datos seleccionado por uno o dos símbolos con el fin de proporcionar el retardo de símbolos +/-1 para la diversidad de transmisión óptima. Este retardo puede fijarse para una determinado microestación 24 en función de su ubicación.

La Figura 15 muestra la sección de recepción 300 del procesador central. La sección de recepción 300 comprende un desmultiplexor 302 de entrada, un canalizador digital 304 para cada microestación 24 y un selector 306 de canal para cada canal de frecuencia. El (los) cable(s) o fibra(s) de entrada traen las muestras recibidas de cada microestación 24 al procesador central 30. El multiplexor 302 de entrada separa las muestras recibidas de cada microestación 24 y enruta las muestras recibidas al correspondiente canalizador digital 304. Para un sistema GSM, por ejemplo, los canalizadores digitales 304 pueden comprender desmultiplexores digitales que filtran y separan un flujo de muestras para un canal de frecuencia de 200 KHz. Los flujos de muestras para el mismo canal de frecuencia procedente de cada microestación 24 se entregan al correspondiente selector 306 de canal. Los selectores 306 de canal seleccionan las microestaciones 24 que van a utilizarse para recibir el canal asociado para descodificar cada señal.

Una implementación puede comprender seleccionar un número predeterminado de flujos de muestras de diferentes microestaciones 24 para cada señal k que se decodifica. Las microestaciones 24 seleccionadas comprenderían típicamente las microestaciones 24 que reciben la señal de mayor intensidad o las más cercanos a la ubicación actual de la estación móvil. Como se describió anteriormente, las nueve microestaciones 24, denominadas como el conjunto activo para un terminal móvil, se pueden seleccionar para proporcionar flujos de muestras para descodificar la k señales desde cada terminal móvil. Los flujos de muestras recibidos de las nueve microestaciones 24 seleccionadas son multiplexadas por el selector 306 de canal para proporcionar un flujo Z_k de I, Q multiplexado a la salida del selector 306 de canal.

Cada selector 306 de canal puede proporcionar hasta n flujos I, Q, multiplexados, cada una que corresponde a una señal k recibida diferente. Los flujos Z_k de muestras I, Q multiplexados pueden entonces procesarse mediante un demodulador de diversidad para combinar con diversidad las muestras.

Para cada flujo de muestras $Z_1...Z_n$, hay una ubicación del terminal móvil correspondiente, que puede ser conocida por el procesador central 30. Un demodulador multi-usuario puede utilizarse opcionalmente para descodificar las señales de los terminales móviles geográficamente adyacentes para reducir la interferencia mutua. Por ejemplo, puede utilizarse el Algoritmo Espacial de Viterbi descrito en la patente de EE.UU. N° 5.790.606 al Solicitante titulada "Joint Demodulation using Spatial Maximum Likelihood (Demodulación Conjunta utilizando Probabilidad Espacial Máxima)". También, la presente invención puede emplear técnicas para desmodular conjuntamente múltiples señales recibidas que se han propagado a través de canales de trayectos múltiples para recibirse en múltiples antenas, como se describe en la Solicitud de Patente de EE.UU. N° de Serie 09/945.002 presentada el 31 de agosto 2001 titulada "Interference Cancellation In a CDMA Receiving System (Cancelación de Interferencia en un Sistema de Recepción CDMA)".

Utilizando las técnicas descritas en esta patente, cada canal puede utilizarse para recibir simultáneamente señales procedentes de dos o más terminales móviles mediante la combinación de las señales recibidas a partir de dos o más microestaciones 24 de una manera que cancela la interferencia procedente de una o más señales no deseadas durante la recepción de una señal deseada.

Los selectores 306 de canal podrían también seleccionar un número predeterminado de las microestaciones 24, además de aquellas en el conjunto activo de un terminal móvil, como candidatas para reemplazar a un elemento actual del conjunto activo. El procesador de control 32 dentro del procesador central 30 puede controlar la intensidad de la señal recibida de las microestaciones 24 candidatas y comparar la intensidad de la señal recibida de las microestaciones 24 candidatas con la intensidad de la señal recibida de las microestaciones 24 en el conjunto activo. Si la intensidad de la señal recibida de una de las microestaciones 24 candidatas se convierte consistentemente en mayor que la intensidad de la señal recibida de una de las nueve microestaciones 24 en el conjunto activo de un terminal móvil, la estación 24 candidata puede añadirse al conjunto activo y puede reducirse un elemento existente en el conjunto activo.

El procesador de control 32 puede controlar qué grupo de nueve emplazamientos se incluye en el conjunto activo de marco en marco, y con el conocimiento de sus ubicaciones relativas, elegir las estaciones 24 candidatas que sean cercanas. Por ejemplo, el procesador de control 32 puede elegir las microestaciones 24 candidatas que sean aquellas ubicadas más cerca del centro de gravedad de las microestaciones 24 seleccionadas en el conjunto activo. El centro de gravedad se puede definir al imaginar masas proporcionales a la intensidad de la señal recibida centrada en cada ubicación de la microestación 24. Alternativamente, el centro geográfico del grupo de nueve microestaciones 24 se puede definir mediante el cálculo de su posición media. Todavía otra alternativa es estimar la posición del terminal móvil mediante el procesamiento de las señales recibidas en diferentes microestaciones 24 y seleccionar de las microestaciones 24 las más cercanas al terminal móvil, pero no actualmente en el conjunto activo, como las microestaciones 24 candidatas.

El procesador de control 32 toma la decisión de cuales microestaciones 24 utilizar para recibir y transmitir para cada terminal móvil. El procesador de control 32 recibe las mediciones de intensidad de señal de cada microestación 24, que indican la energía total recibida en cada microestación 24 a partir de los terminales móviles designadas. Puesto que la intensidad de la señal varía con la atenuación, que es selectiva en frecuencia, el procesador de control 32 puede promediar la intensidad de la señal recibida sobre un número de tramas/saltos de frecuencia, tales como la profundidad del entrelazado de voz del protocolo GSM de ocho tramas. El procesador 32 de control entonces toma una decisión sobre qué microestaciones 24 utilizar para recibir y transmitir.

Ya se han descrito varios métodos de selección de las microestaciones 24 para incluir en el conjunto activo de un terminal móvil 24. La Figura 16 ilustra un ejemplo de procedimiento para asignar las microestaciones 24 para recibir y transmitir para todos los terminales móviles activos. El procedimiento que se muestra en la Figura 16 se asegura de que todos los terminales móviles son atendidos por al menos una microestación 24, y por lo tanto impide a un terminal móvil "acaparar" recursos de comunicación en virtud de ser un transmisor particularmente fuerte. El procedimiento se invoca en el bloque 400. En el bloque 402, el procesador de control 32 selecciona un canal de frecuencia j y a continuación selecciona un terminal móvil k en el bloque 404. El procesador de control 32 determina qué microestación 24 recibe la señal más fuerte desde el terminal móvil seleccionado k (bloque 406), y a continuación asigna qué microestación 24 para recibir desde y transmitir al terminal móvil k (bloque 408). La microestación 24 seleccionada se elimina de la lista de las microestaciones disponibles (bloque 410) para el canal en cuestión. En el bloque 412, el procesador de control 32 selecciona otro terminal móvil k al incrementar módulo i el número n de los terminales móviles. En el bloque 414, el procesador de control 32 determina si alguna de las microestaciones 24 queda por asignarse para el canal de frecuencia en cuestión. Si es así, el procesamiento vuelve al bloque 406. Cuando todas las microestaciones 24 se han seleccionado para un canal de frecuencia determinado, el procesador de control 32 determina si hay algunos canales de frecuencia adicionales que hay que tener en cuenta (bloque 416). Es así que el procesamiento vuelve al bloque 402. Este proceso se repite hasta que todos los canales de frecuencia se han procesado y el procedimiento termina en el bloque 418.

El procedimiento mostrado en la Fig. 16 es "razonable" para los terminales móviles al asignar primero al menos una microestación 24 para transmitir a cada uno, entonces continuar para asignar una segunda microestación 24 de diversidad a cada uno, y así sucesivamente. Un refinamiento adicional es disponer primero que las señales recibidas desde diferentes terminales móviles se han clasificado en orden descendente de intensidad de la señal total recibida con el aumento del índice i . Esto asegura que las microestaciones 24 quedan asignados a los terminales móviles a los que están más próximos como una primera prioridad.

La presente invención se refiere principalmente a las transmisiones de conexión descendente. Las mejoras en las transmisiones de conexión ascendente se describen en, por ejemplo, las Patentes de EE.UU. N^{os} 5.619.503; 5.790.606 y 6.148.041. Las técnicas descritas en estas patentes se pueden aplicar al procesamiento de transmisiones de conexión ascendente durante la utilización de la presente invención para transmisiones de conexión descendente. La diferencia entre las transmisiones de conexión ascendente y las transmisiones de conexión descendente es que la red tiene acceso a todas las señales recibidas en todas las microestaciones 24 y descodifica todas las transmisiones de terminales móviles. En la dirección de la conexión descendente, sin embargo, un terminal móvil sólo tiene acceso a su

5 propia señal recibida y sólo descodifica una señal. Por lo tanto, el procesador central 30 es mucho más capaz de llevar a cabo la desmodulación conjunta sofisticada o las técnicas de supresión de interferencias para descodificar cada señal del terminal móvil en presencia de los demás, incluso en la misma frecuencia. Un enfoque descrito en las patentes anteriores es para descodificar las señales más fuertes primero mediante cualesquiera medios adecuados, y luego restar las que se han descodificado con éxito con el fin de ser capaces de descodificar señales más débiles, ahora ausentes de interferencias, de las señales más fuertes del co-canal.

REIVINDICACIONES

1. Un método de comunicación con un terminal móvil en un sistema de comunicación (20) que comprende una multitud de celdas (22) teniendo cada celda una red de microestaciones (24),

caracterizado porque el método comprende los pasos de:

seleccionar un grupo de microestaciones (24) en la vecindad de un terminal móvil para transmitir información al terminal móvil en un canal de conexión descendente asignado al terminal móvil, comprendiendo el mencionado grupo de microestaciones (24) un conjunto activo para el terminal móvil que define una celda virtual;

reducir microestaciones (24) del y añadir microestaciones (24) al conjunto activo para el terminal móvil sensible al movimiento del terminal móvil de manera que la celda virtual sigue al terminal móvil mientras el terminal móvil se mueve a través de la red de las microestaciones (24);

generar señales de transmisión para la transmisión a un terminal móvil determinado en un procesador central (30, 32) y reenviar la señal de transmisión desde el procesador central (30, 32) a las microestaciones (24) seleccionados en el conjunto activo para el terminal móvil determinado, en donde la señal de transmisión comprende una multitud de muestras de señales complejas, y

las muestras de señales complejas son muestras de señales I, Q que comprenden un componente en fase y un componente en cuadratura.

2. El método de la reivindicación 1 que además comprende transmitir información al terminal móvil desde la primera y la segunda microestaciones (24) en el conjunto activo para el terminal móvil, en donde la transmisión al terminal móvil desde la primera microestación (24) se retarda o adelanta con respecto a la transmisión de la misma información procedente de la segunda microestación (24).

3. El método de la reivindicación 1 que además comprende transmitir la misma información al terminal móvil desde cada microestación (24) en el conjunto activo del terminal móvil.

4. El método de la reivindicación 3 en donde transmitir la misma información al terminal móvil desde cada una de las microestaciones (24) en el conjunto activo para el terminal móvil comprende transmitir la información desde la primera y la segunda microestaciones (24) en el conjunto activo con una diferencia de fase relativa.

5. Un sistema de comunicación (20) que comprende:

una red que comprende una multitud de microestaciones (24) dentro de una celda (22) en una red de comunicación (20) de telefonía móvil,

caracterizada porque el sistema (20) además comprende:

un controlador central (30) conectado a la red de las microestaciones (24) para seleccionar un grupo de microestaciones (24) para transmitir información a un terminal móvil determinado dentro de la celda (22) en un canal de conexión descendente asignado al terminal móvil determinado, comprendiendo el mencionado grupo de microestaciones (24) un conjunto activo para el terminal móvil que define una celda virtual;

el mencionado controlador central (30) funciona para añadir y reducir las microestaciones (24) seleccionadas desde el conjunto activo para el terminal móvil, sensible al movimiento del terminal móvil de manera que la celda virtual sigue al terminal móvil mientras el terminal móvil se mueve a través de la red de microestaciones (24);

donde el controlador central (30) comprende un procesador central (32) para generar señales de transmisión que se transmiten al terminal móvil mediante las microestaciones (24) en el conjunto activo para el terminal móvil, y donde el controlador central (30) reenvía la señal de transmisión para el terminal móvil a las microestaciones (24) en el conjunto activo para el terminal móvil;

donde la señal de transmisión comprende una multitud de muestras de señales complejas; y

las muestras de señales complejas son muestras de señales I, Q que comprenden una componente en fase y una componente en cuadratura.

6. El sistema de comunicación de la reivindicación 5 en donde las microestaciones (24) en el conjunto activo para el terminal móvil transmiten la misma información al terminal móvil con una diferencia de fase relativa.

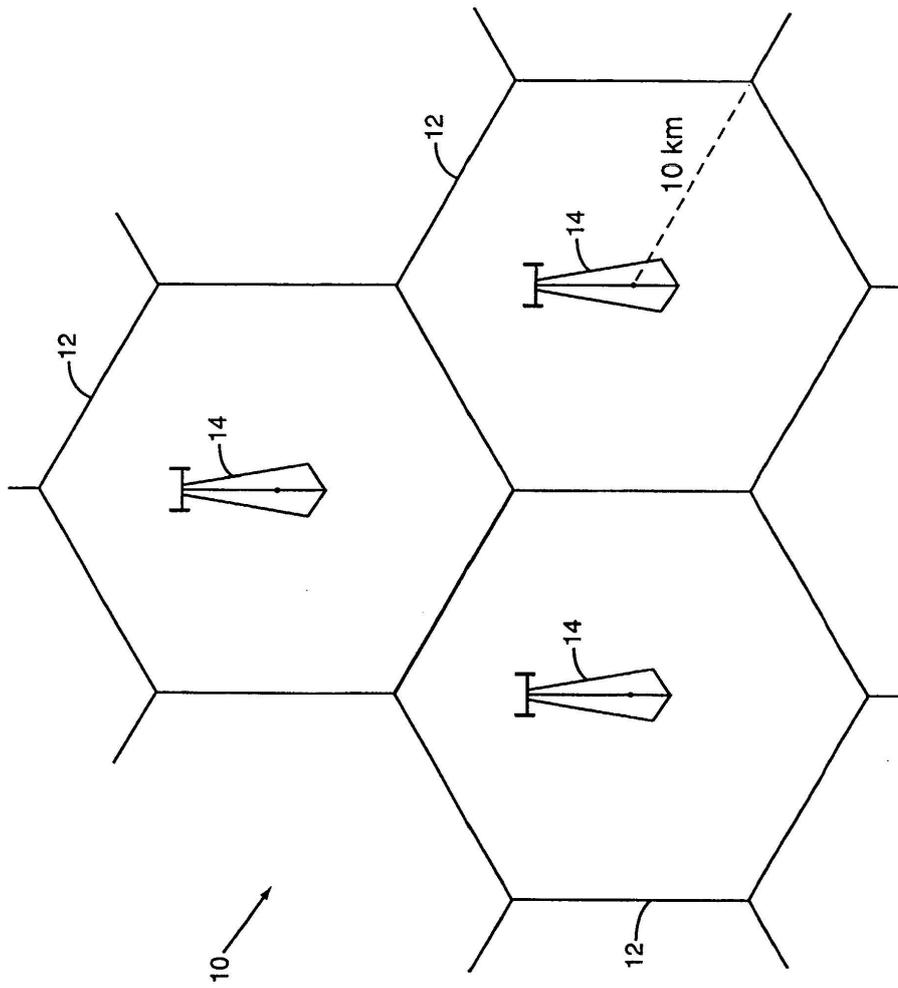


FIG. 1

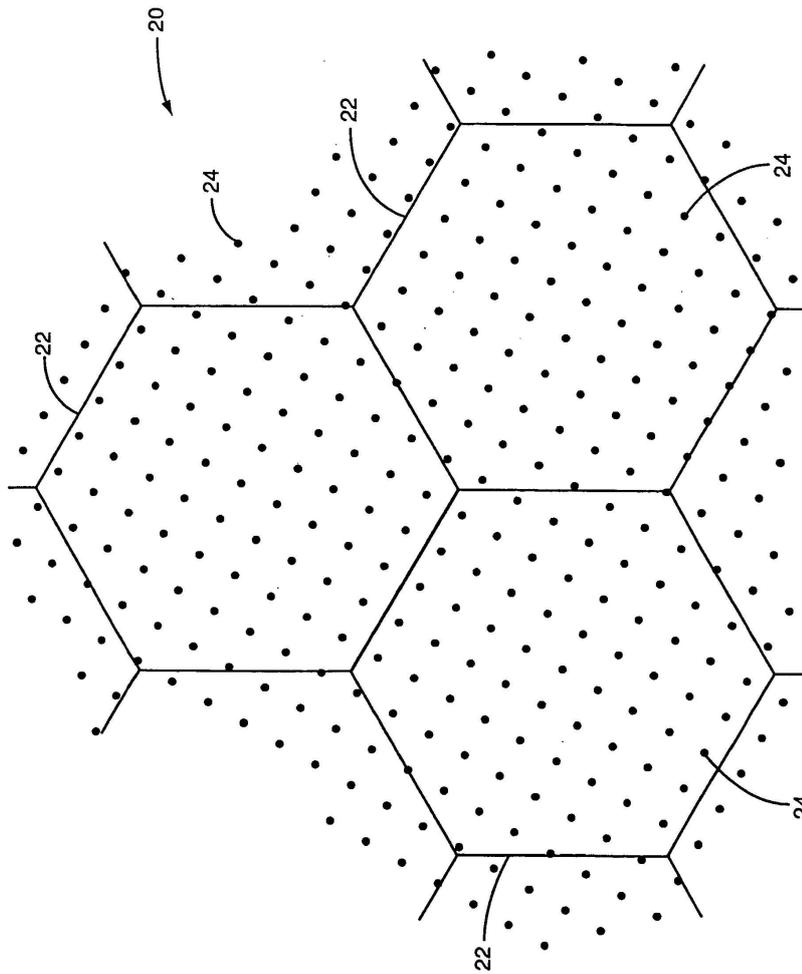


FIG. 2

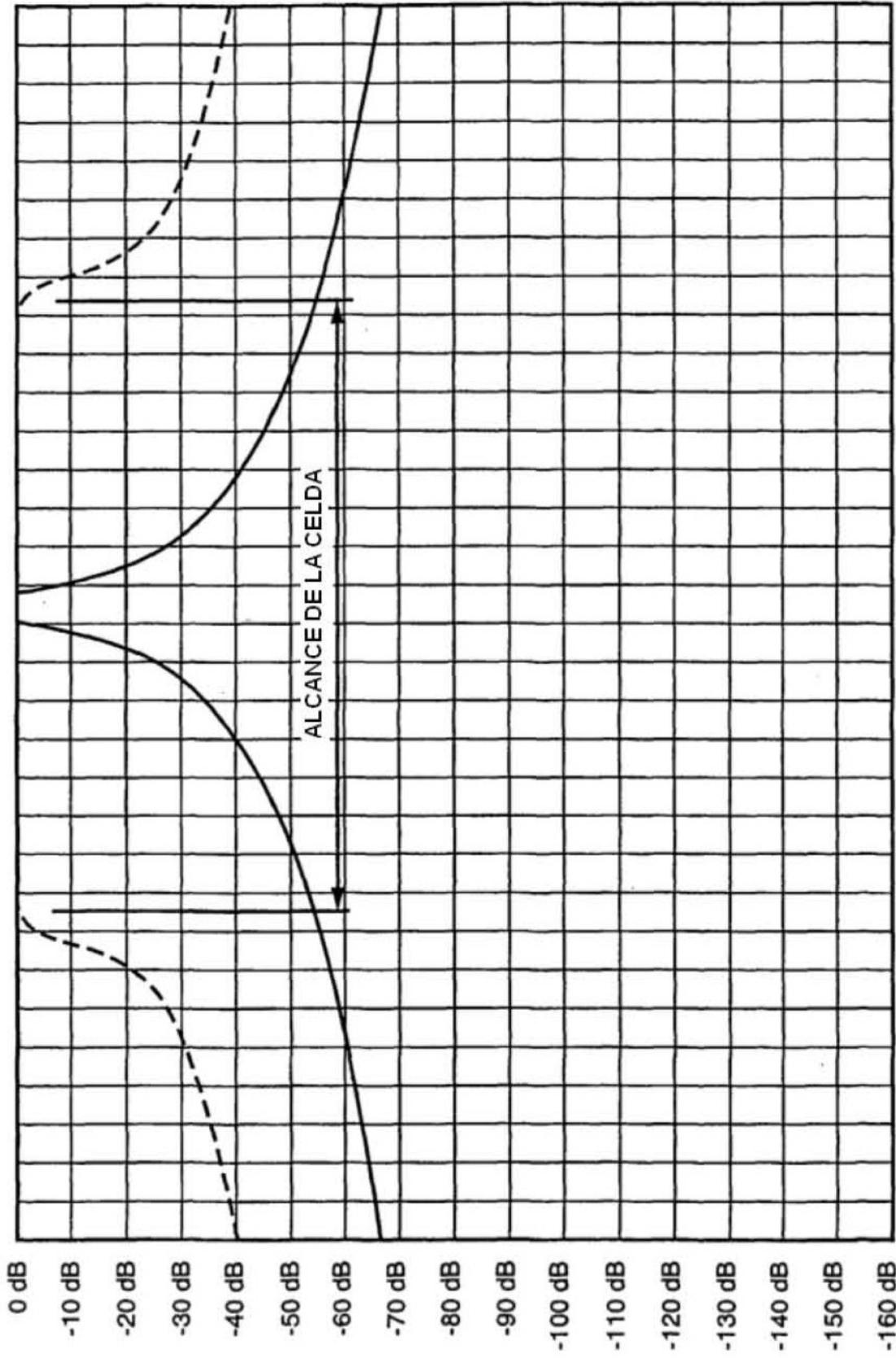


FIG. 3

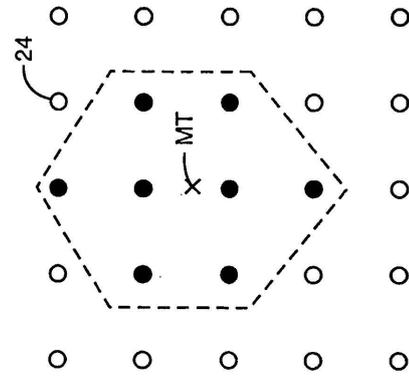


FIG. 4C

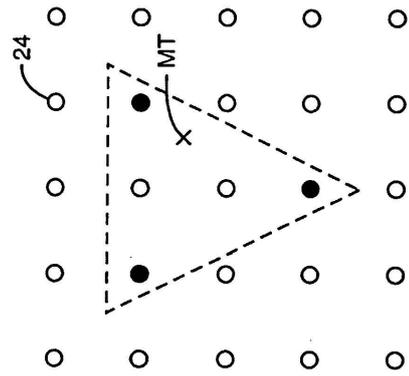


FIG. 4B

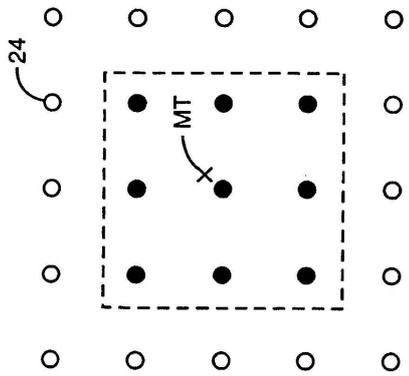


FIG. 4A

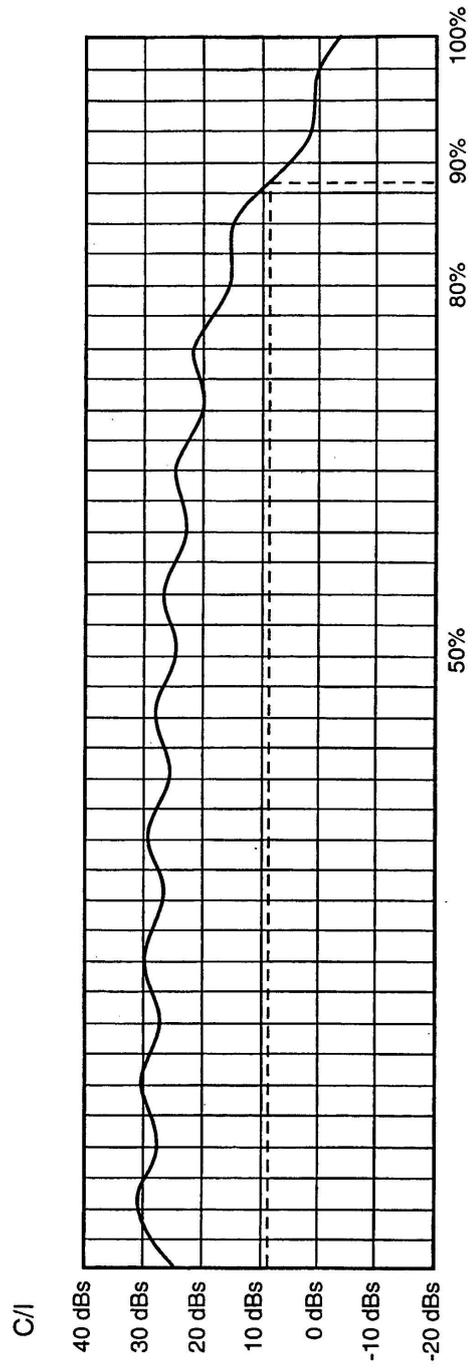


FIG. 5

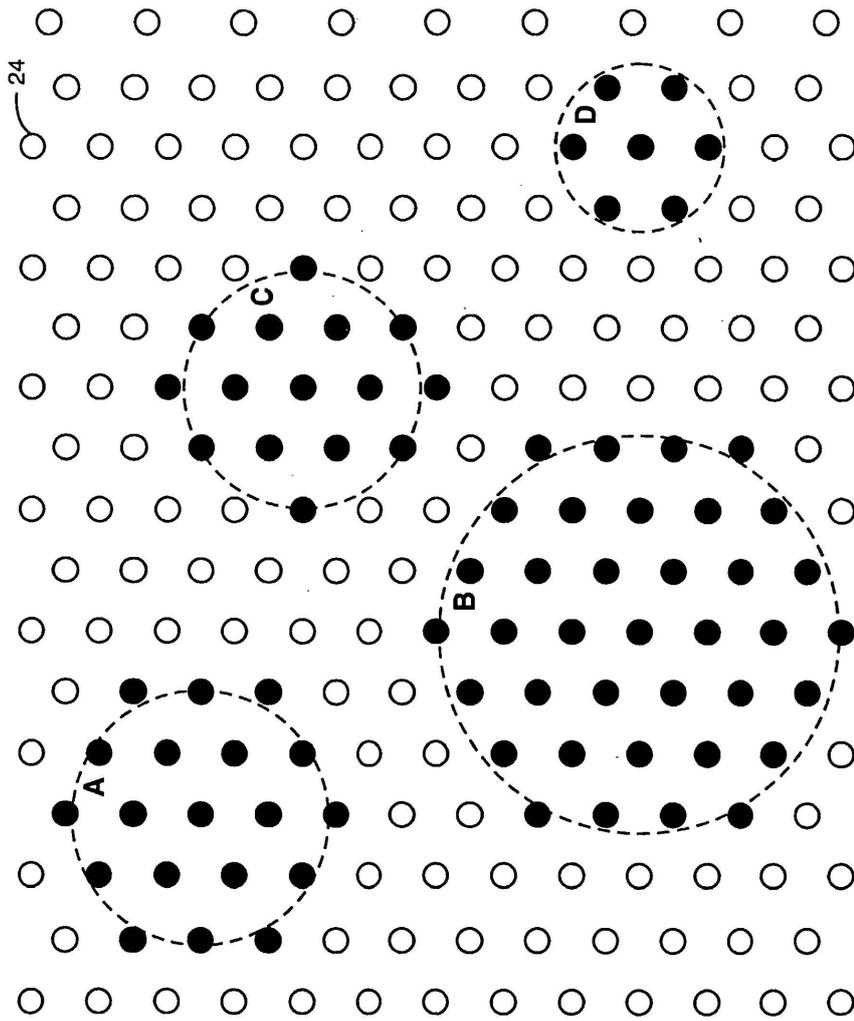


FIG. 6

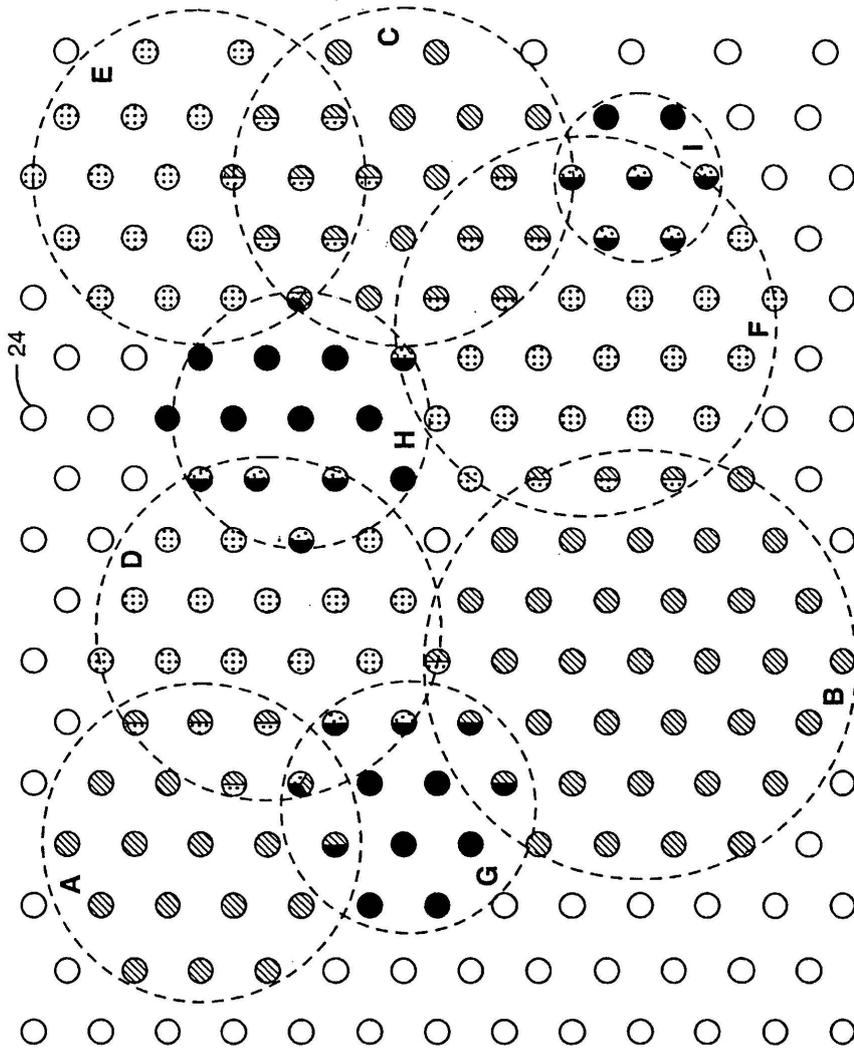


FIG. 7

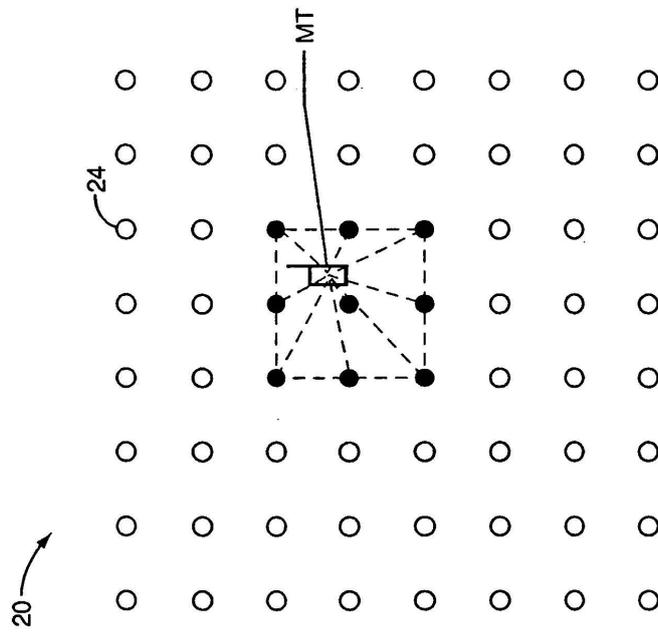


FIG. 8

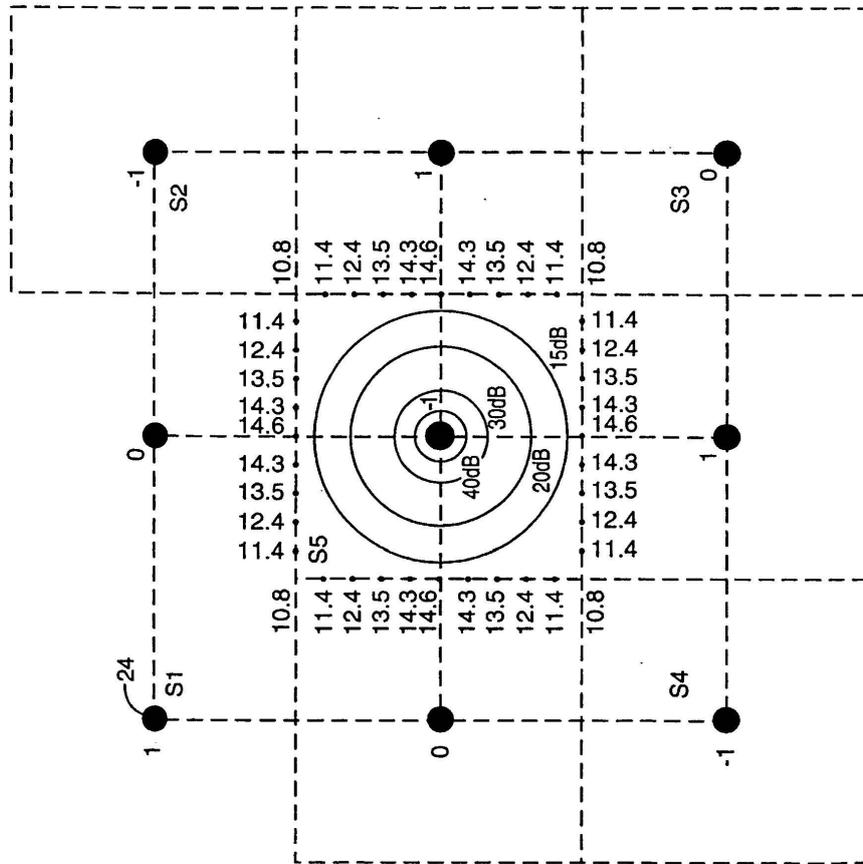


FIG. 9

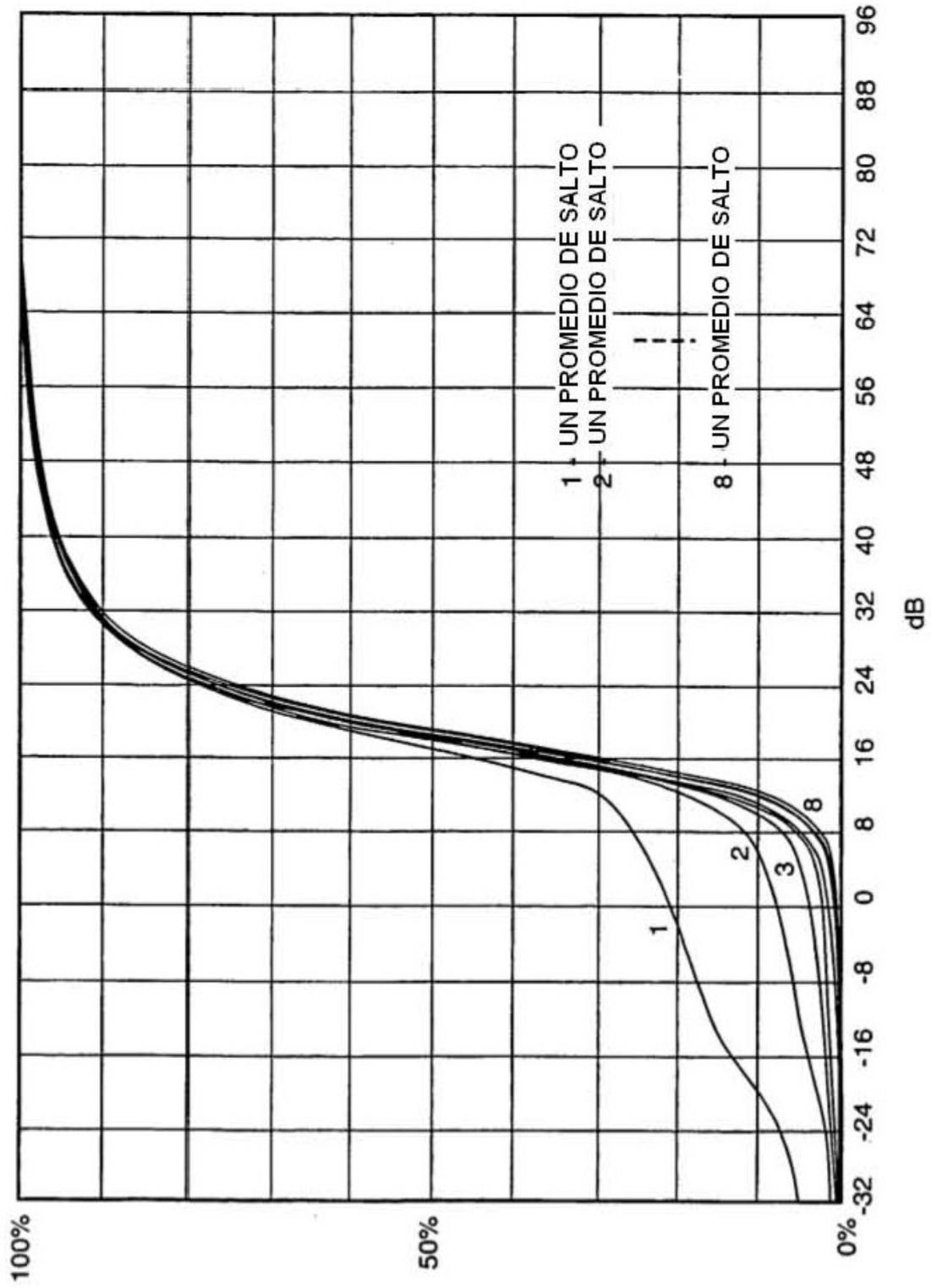


FIG. 10

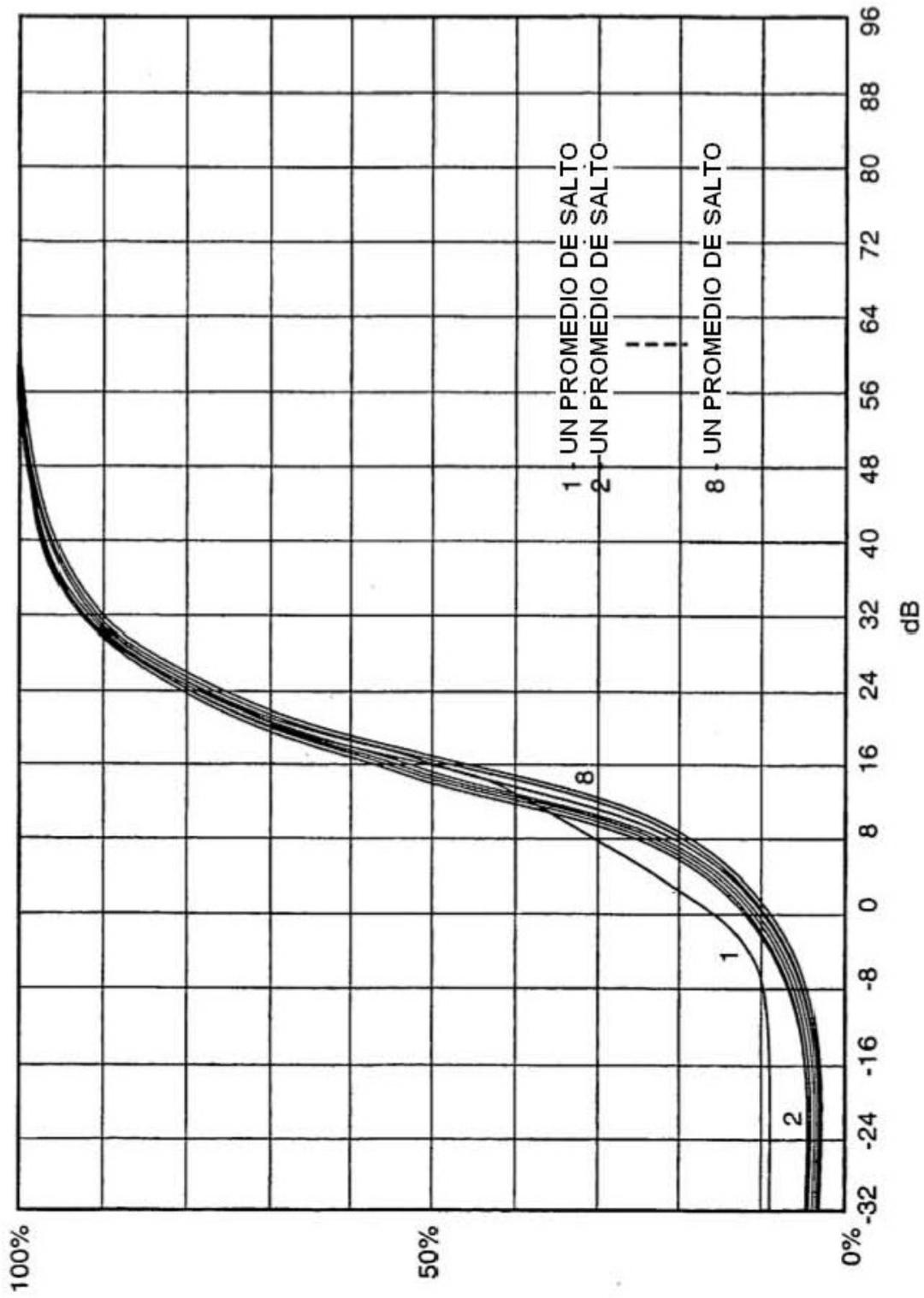


FIG. 11

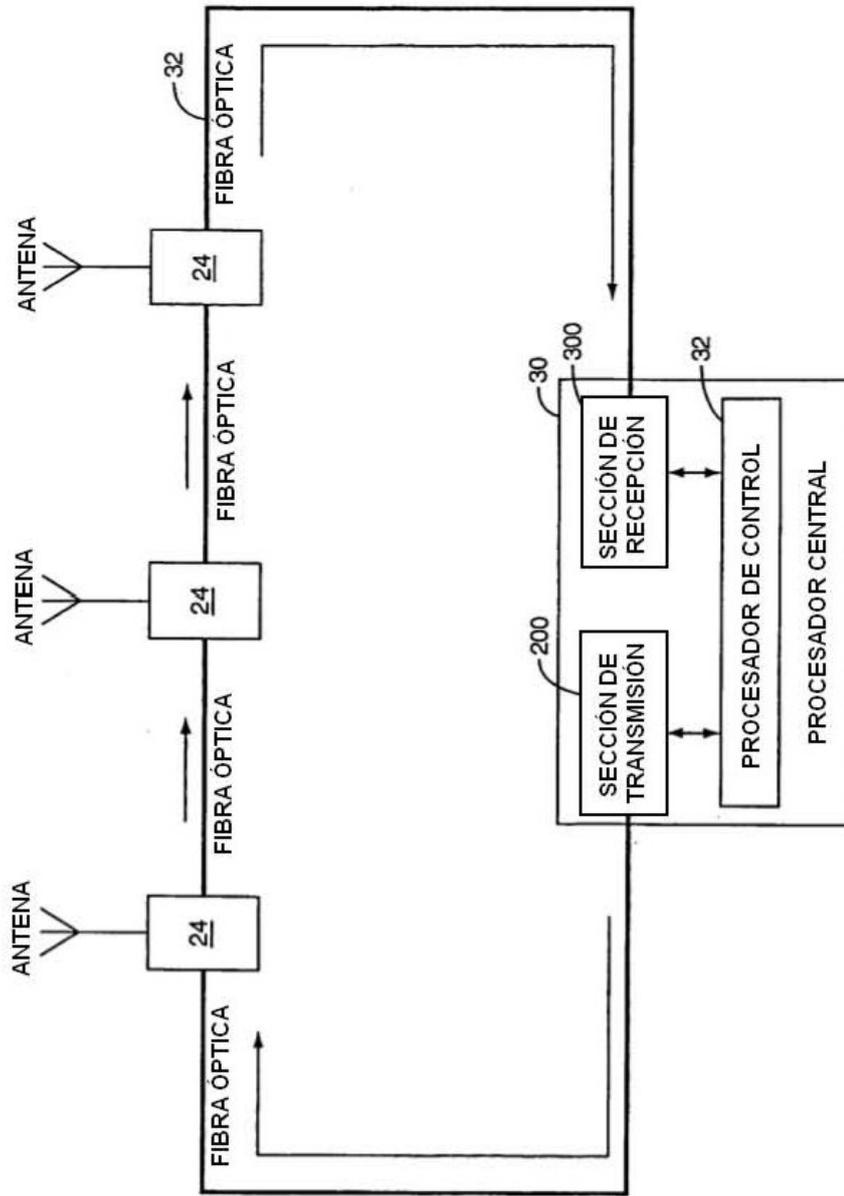


FIG. 12

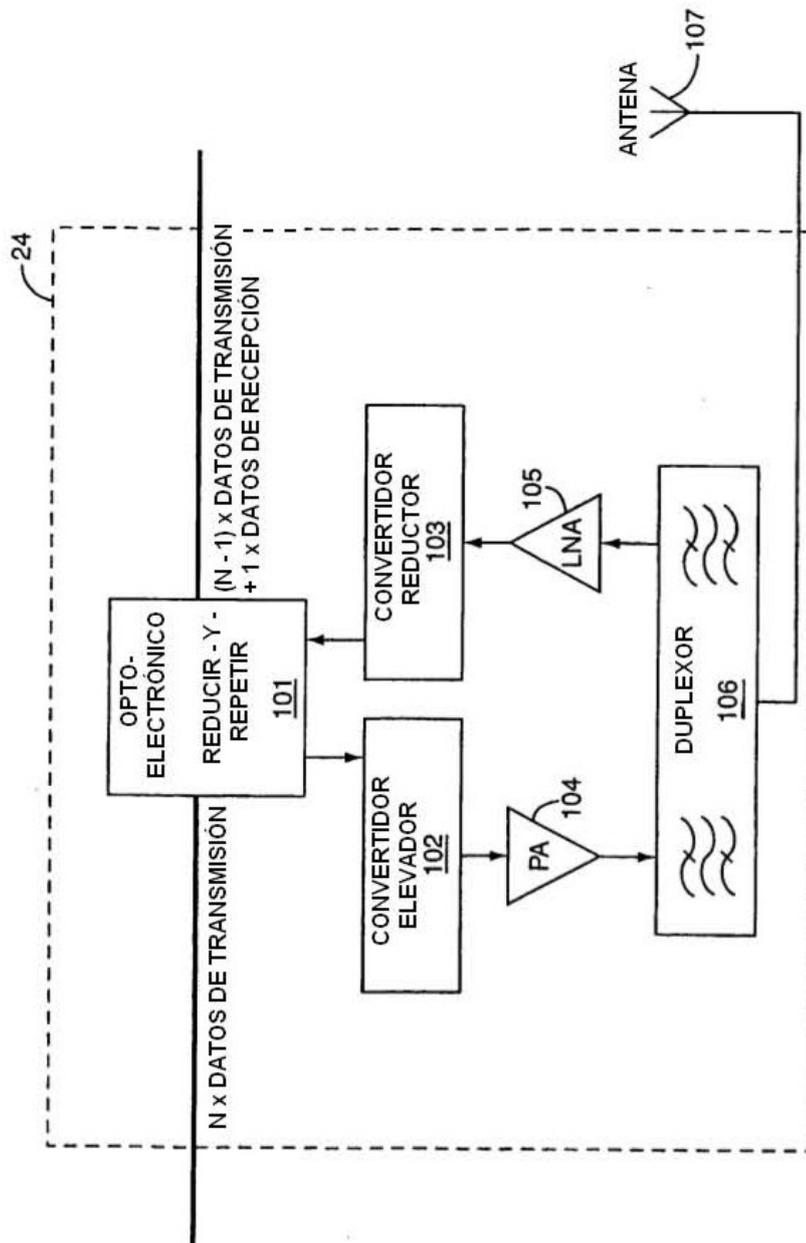


FIG. 13

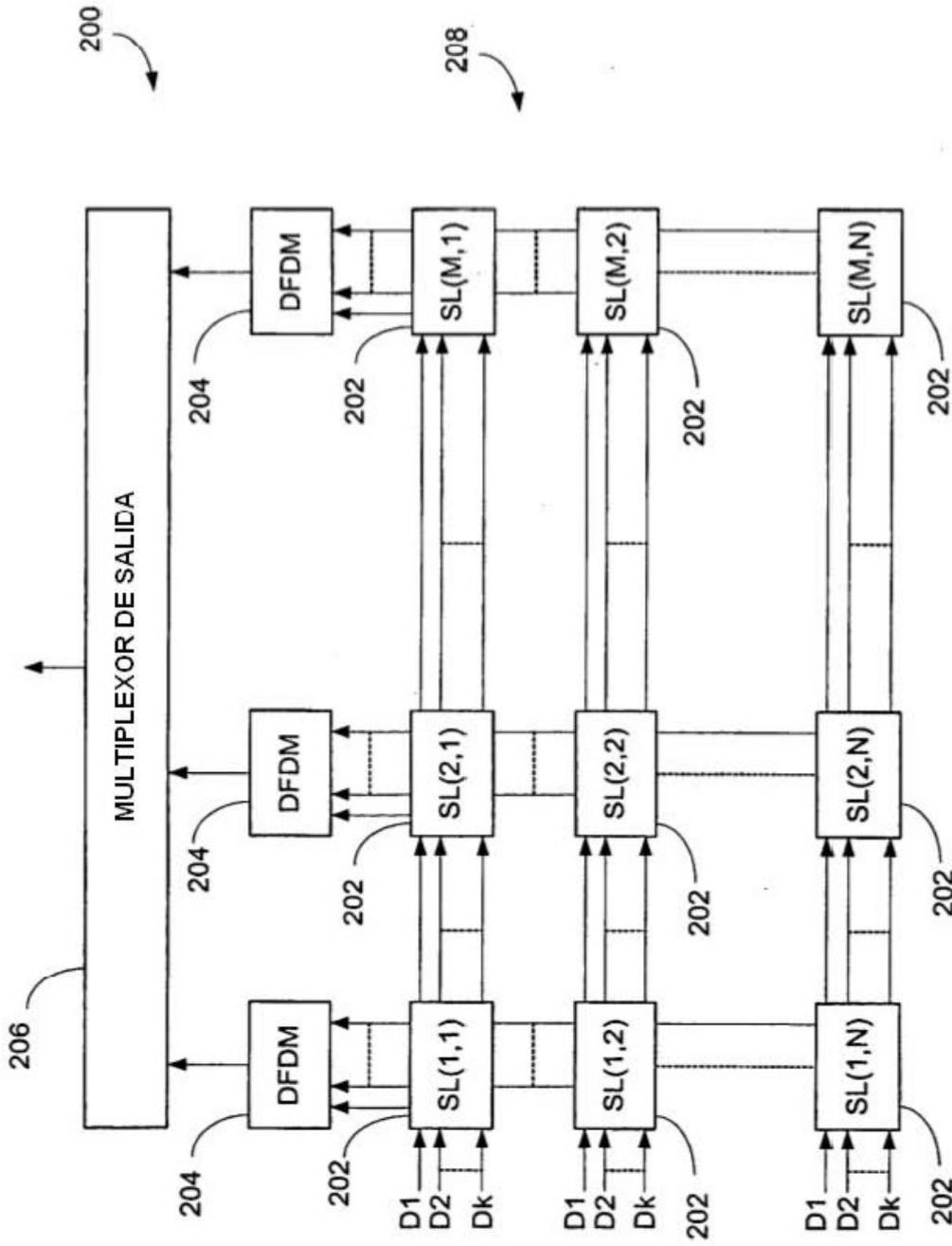


FIG. 14

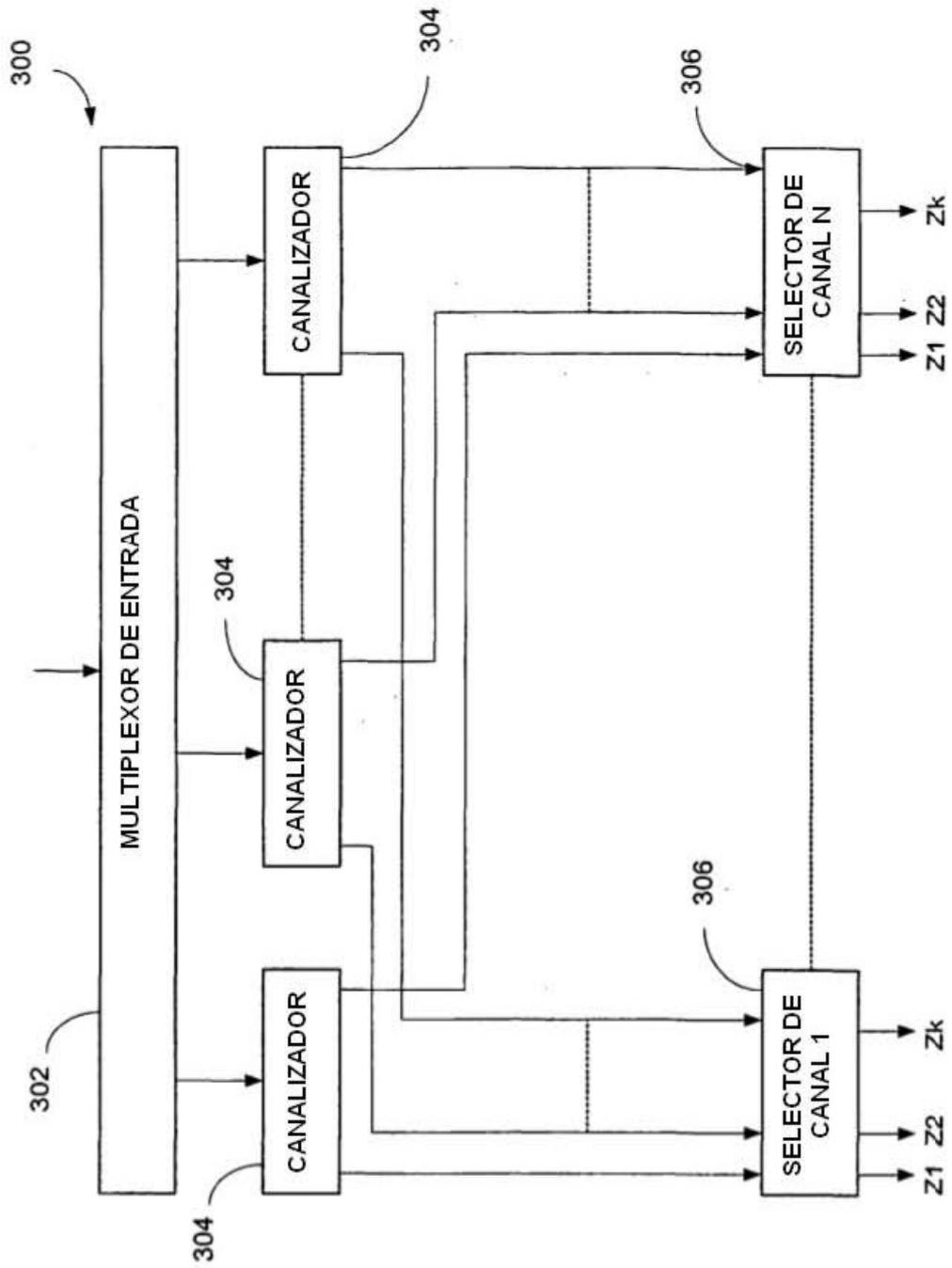


FIG. 15

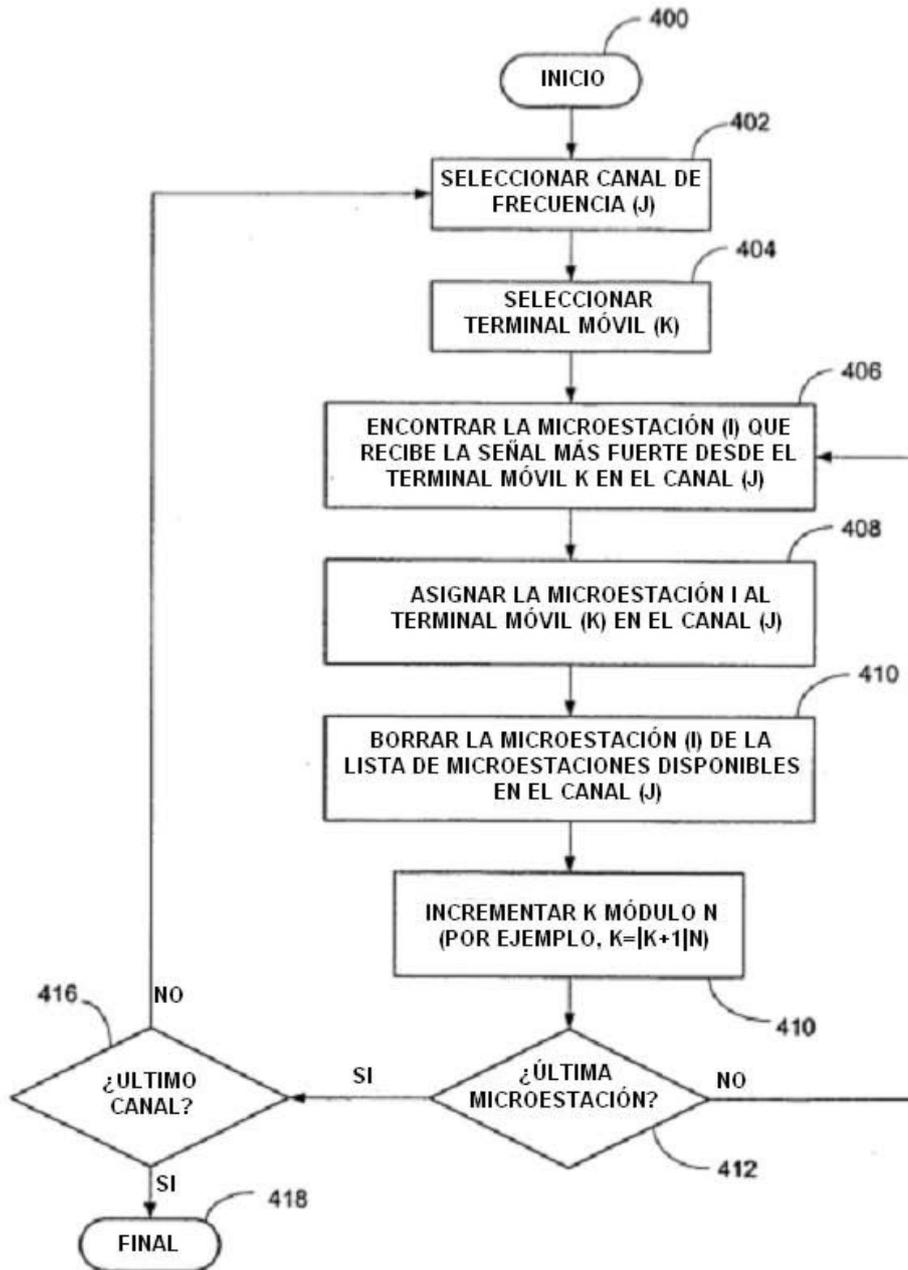


FIG. 16