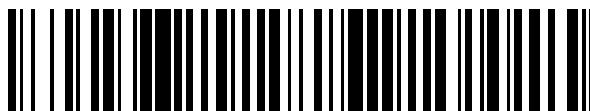


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 421 088**

51 Int. Cl.:

H04B 7/06 (2006.01)

H04B 7/08 (2006.01)

H01Q 21/29 (2006.01)

G01S 5/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.08.1995 E 08102255 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2013 EP 1933475**

54 Título: **Sistema de distribución telefónica inalámbrica con transmisión con diversidad en tiempo y en espacio**

30 Prioridad:

06.09.1994 US 301230

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

28.08.2013

73 Titular/es:

**INTEL CORPORATION (100.0%)
2200 Mission College Boulevard
Santa Clara, CA 95054, US**

72 Inventor/es:

**BOLGIANO, D. RIDGELY y
LAVEAN, GILBERT E.**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 421 088 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 de distribución telefónica inalámbrica con transmisión con diversidad en tiempo y en espacio.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a sistemas de comunicación inalámbrica en ambos sentidos. En particular, la presente invención se refiere a sistemas de telefonía inalámbrica con antenas de diversidad en espacio y transmisión de señal con diversidad en tiempo, para reducir el desvanecimiento de la señal y medir la posición del abonado.

Antecedentes de la invención

La comunicación radioeléctrica inalámbrica está sometida a los efectos adversos del desvanecimiento de señal, en el que el nivel de señal en el receptor pierde de manera temporal intensidad por una variedad de razones, tales como a causa de las reflexiones variables en los múltiples trayectos, que provocan la cancelación de señales, pérdida en la transmisión variable con el tiempo, debida a las condiciones atmosféricas y al movimiento de un receptor móvil, que introduce obstrucciones en el trayecto de la señal, y similares. El desvanecimiento de la señal provoca una recepción defectuosa, incomodidad o, en casos extremos, una pérdida de la conexión de llamada.

Se conoce el uso de diversas formas de diversidad de señal para reducir el desvanecimiento. Por ejemplo, tal como se indica en la Patente de EE.UU. con N° 5.280.472, la diversidad de señal mitiga los efectos perjudiciales del desvanecimiento. Existen tres tipos principales de diversidad: la diversidad en tiempo, la diversidad en frecuencia y la diversidad en espacio.

La diversidad en tiempo se obtiene mediante el uso de la repetición, la intercalación o la codificación con corrección de errores, que es una forma de repetición. Las técnicas de detección de errores, en combinación con la retransmisión automática, proporcionan una forma de diversidad en tiempo.

En la diversidad en frecuencia, la energía de la señal se ensancha a lo largo de un amplio ancho de banda para combatir el desvanecimiento. La modulación en frecuencia (FM, *frequency modulation*) es una forma de diversidad en frecuencia. Otra forma de diversidad en frecuencia es el acceso múltiple por división de código (CDMA, *code division multiple access*), también conocido como espectro ensanchado. Debido a su naturaleza intrínseca como señal de banda ancha, el CDMA es menos susceptible de desvanecimiento, en comparación con una señal de modulación de banda estrecha. Debido a que el desvanecimiento se produce, en general, solo en una parte del espectro de radio en cualquier momento dado, una señal de espectro ensanchado es inherentemente resistente a los efectos adversos del desvanecimiento.

La diversidad en espacio se proporciona mediante la transmisión o la recepción de la misma señal por más de una antena, separadas geográficamente. La diversidad en espacio proporciona trayectos de señal alternativos para protección frente a que alguno cualquiera de los trayectos se encuentre sometido a desvanecimiento en cualquier instante. La diversidad en espacio también crea una cierta diversidad en tiempo, ya que el receptor recibe la misma señal, separada por pequeños retardos de propagación. La diferencia en los retardos de propagación requiere que el receptor sea capaz de discriminar entre las señales que llegan. Una solución es el uso de múltiples receptores, uno para cada señal que llega. Por ejemplo, se conoce a partir de la Patente de EE.UU. con N° 5.280.472 la introducción deliberada de retardos relativamente pequeños en comparación con un símbolo de información, en un sistema de CDMA de múltiples antenas con diversidad en espacio, con el fin de crear unas señales artificiales con diversidad en tiempo de múltiples trayectos, mayores que un retardo de un chip, hasta unos pocos chips. Los sistemas de CDMA son capaces de discriminar entre diversas señales idénticas que llegan al receptor con diferentes retardos de propagación mayores que un retardo de un chip. Tales receptores se conocen como receptores Rake. No obstante, los sistemas de la técnica anterior requieren múltiples receptores de CDMA, un receptor de CDMA para cada señal de CDMA recibida independiente. Es deseable proporcionar un sistema para recibir señales de CDMA con diversidad en tiempo que no requiera múltiples receptores de CDMA.

La medición o determinación de la posición de unidades móviles es bien conocida. En algunos sistemas, unas antenas fijas miden la posición móvil. En otros sistemas, la unidad móvil determina su posición a partir de múltiples señales recibidas. Si el sistema es de doble sentido, el enlace de comunicación permite intercambiar datos de posición tanto al abonado móvil como al sistema fijo. Varios sistemas conocidos usan satélites o múltiples antenas para proporcionar información acerca de la posición de un abonado móvil. Por ejemplo, pueden usarse múltiples antenas de recepción direccionales para triangular la posición de un transmisor móvil. En tales sistemas, los receptores estacionarios determinan la posición del abonado móvil; en otros sistemas, el abonado móvil determina su posición a partir de las señales recibidas. Por ejemplo, el Sistema Mundial de Determinación de Posición (GPS, *Global Position System*) es un sistema de múltiples satélites que proporciona señales que permiten que una estación de abonado móvil determine su posición en latitud y en longitud. No obstante, tanto los sistemas de satélites como los receptores de GPS para recibir las señales de los satélites, tienden a ser costosos.

La combinación de un receptor de GPS y un teléfono celular se muestra en la Patente de EE.UU. con N° 5.223.844. Tal combinación proporciona servicios útiles como, por ejemplo, un servicio de alarma de seguridad para disuadir del robo de un coche, en el que el disparo de la alarma también alerta al servicio de seguridad acerca de la posición del coche. En general, es deseable proporcionar un sistema que combine un servicio de telefonía o de datos con la medición de la posición, a un coste razonable.

Es deseable proporcionar un sistema de señales con diversidad en tiempo que use el acceso múltiple por división en tiempo (TDMA, *time division multiple access*), en diversas combinaciones con antenas con diversidad en espacio y CDMA, para proporcionar una variedad de sistemas que resistan el desvanecimiento, reduzcan el coste de receptor y proporcionen una medición de la posición para los abonados móviles.

Sumario de la invención

La presente invención se incorpora como un sistema de comunicación inalámbrica en el que se usa la diversidad en tiempo y la diversidad en espacio para reducir el desvanecimiento y simplificar el diseño de receptor. La presente invención se incorpora, adicionalmente, como un sistema de comunicación inalámbrica en el que unas señales de división en tiempo se multiplexan por división de código (espectro ensanchado) sobre antenas de diversidad en espacio, para dotar a un sistema de comunicación inalámbrica de la facultad de determinar la posición del abonado usando las mismas señales de comunicación que se usan para la comunicación inalámbrica primaria.

Específicamente, un paquete de datos que, por ejemplo, puede portar tráfico de voz de telefonía, se transmite en tres instantes diferentes a partir de tres antenas diferentes. El receptor recibe, de este modo, el mismo paquete de datos en tres momentos diferentes, a partir de tres antenas diferentes. El receptor usa el mejor paquete de datos o una combinación de los paquetes de datos para reducir los efectos del desvanecimiento.

Además, el receptor usa el tiempo absoluto y el relativo extrapolado de llegada de los tres paquetes de datos para determinar su posición con respecto a las tres antenas de transmisión. En primer lugar, la distancia absoluta a una de las antenas se determina por el tiempo requerido para un mensaje con trayecto de ida y vuelta. A continuación, el tiempo relativo de llegada de los paquetes de datos, con referencia a un tiempo universal, a partir de las otras dos antenas, indica las distancias relativas en comparación con la primera antena. Debido a que las tres antenas transmisoras se encuentran en unas posiciones fijas conocidas, el receptor calcula su propia posición como la intersección de tres curvas de distancia constante (en el caso de dos dimensiones, círculos o, en el caso tridimensional, la intersección de tres esferas). Como alternativa, la estación de abonado móvil proporciona datos de medición de retardo sin procesar, de vuelta a una estación fija o centro de servicio de ubicación, el cual calcula la posición del abonado móvil.

Más particularmente, la presente invención se incorpora como un sistema que usa CDMA para modular una señal de TDMA que se transmite a partir de tres antenas con diversidad en espacio. En una primera realización, las señales de TDMA se usan para transmitir múltiples repeticiones del mismo paquete de datos a partir de una estación de transferencia, con tres antenas con diversidad en espacio. En una segunda realización, las señales de TDMA se usan para transmitir múltiples repeticiones del mismo paquete de datos a partir de tres estaciones de transferencia, incluyendo cada estación de transferencia una de las tres antenas con diversidad en espacio. Los paquetes de datos, o bien pueden ser idénticos o bien pueden portar sustancialmente la misma información, pero modulada con diferentes códigos de ensanchamiento o diferentes segmentos del mismo código de ensanchamiento.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 es un diagrama de sistemas de un sistema de distribución de telefonía inalámbrica que incluye una primera realización de una estación de transferencia de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de bloques de una primera realización de un sistema de distribución de telefonía inalámbrica de acuerdo con la presente invención.

La figura 3 es un diagrama de sistemas de una primera realización de un sistema de distribución de telefonía inalámbrica de acuerdo con la presente invención.

La figura 4 es un diagrama de sistemas de un sistema de distribución de telefonía inalámbrica que incluye una segunda realización de una estación de transferencia de acuerdo con la presente invención.

La figura 5 es un diagrama de sistemas de una segunda realización de un sistema de distribución de telefonía inalámbrica de acuerdo con la presente invención.

La figura 6 es un diagrama de bloques de una segunda realización de un sistema de distribución de telefonía inalámbrica de acuerdo con la presente invención.

La figura 7 es un diagrama de sincronismo de una señal múltiple por división en tiempo que modula una

señal múltiplex por división de código de acuerdo con la presente invención.

Las figuras 8 y 9 son un diagrama de bloques de una primera realización de una estación de transferencia de acuerdo con la presente invención.

5 La figura 10A es un diagrama de asignación de ranuras de tiempo de un sistema de distribución de telefonía inalámbrica de acuerdo con la presente invención, que ilustra la multiplexación por división en tiempo y la multiplexación por división de código para 6 llamadas simultáneas.

10 La figura 10B es un diagrama de asignación de ranuras de tiempo de un sistema de distribución de telefonía inalámbrica de acuerdo con la presente invención, que ilustra la multiplexación por división en tiempo y la multiplexación por división de código para 12 llamadas simultáneas.

15 Las figuras 11A y 11B son un diagrama de asignación de ranuras de tiempo de un sistema de distribución de telefonía inalámbrica de acuerdo con la presente invención, que ilustra la multiplexación por división en tiempo y la multiplexación por división de código para 24 llamadas simultáneas.

20 La figura 12 es un diagrama de bloques de una segunda realización de una estación de transferencia de acuerdo con la presente invención.

La figura 13 es un diagrama de bloques de una estación de abonado de acuerdo con la presente invención.

25 La figura 14 es un diagrama de bloques de una estación de transferencia centralizada e integrada de acuerdo con la presente invención.

La figura 15 es un diagrama de bloques de una implementación de antenas de estación de transferencia.

30 La figura 16 es un diagrama de bloques de una implementación de antenas distribuidas de la presente invención que usa cable coaxial o cable de fibra óptica.

La figura 17 es un diagrama de sincronismo de una señal múltiplex por división en tiempo que modula una señal múltiplex por división de código, de acuerdo con la presente invención.

35 La figura 18 es un diagrama de sistemas que ilustra una implementación de antenas distribuidas de la presente invención.

La figura 19 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de acuerdo con la presente invención donde el centro de ubicación es externo al sistema de comunicación.

40 La figura 20 es una ilustración de un sistema de acuerdo con la presente invención para determinar la posición de una estación de abonado móvil.

La figura 21 es un sistema de acuerdo con la presente invención que ilustra un método para determinar la posición de una estación de abonado móvil.

45 La figura 22 es un diagrama de sincronismo que ilustra un método para determinar la distancia desde una estación de abonado y a una estación de transferencia de transmisión.

50 La figura 23 es un diagrama de sincronismo que ilustra un método para determinar las distancias relativas desde una estación de abonado a dos estaciones de transferencia de transmisión.

Descripción detallada

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA - PRIMERA REALIZACIÓN; figuras 1, 2, 3, 8, 9

55 En una primera realización de la invención que se muestra en la figura 1, un usuario móvil que tiene una antena 10 se conecta a una estación de transferencia de CDMA 14. La estación de transferencia de CDMA 14 incluye, de manera adicional, una antena T, 16, una antena A, 11, una antena B, 12 y una antena C, 13. Las antenas A, B y C pueden montarse o bien en estructuras independientes, tal como se muestra, o bien en un único mástil. El único requisito físico es que el espacio comprendido entre las antenas debe ser suficiente para una diversidad en espacio sin correlación. A pesar de que puede ser suficiente una separación de un cuarto de longitud de onda, son preferibles por lo menos diez longitudes de onda. A 1 GHz, 10 longitudes de onda son, aproximadamente, 9,14 m (30 pies), mientras que a 5 GHz, 10 longitudes de onda son, aproximadamente, 1,83 m (6 pies).

65 La antena 10 de abonado móvil (a la que se hace referencia también en el presente documento como la antena del terminal de usuario, o la antena de la estación de abonado o, simplemente, la antena U) se acopla por un enlace

radioeléctrico bidireccional, o en ambos sentidos, a las antenas A, B y C. La estación de transferencia de CDMA 14 se conecta, adicionalmente, por medio de un enlace radioeléctrico bidireccional a través de la antena T, mediante una conmutación apropiada, a la red de telefonía pública conmutada.

5 Durante el funcionamiento, el tráfico de voz de telefonía por canal directo que se recibe en paquetes de datos por la antena T, se transmite por la antena A durante la ranura de tiempo 1, se repite por la antena B durante la ranura de tiempo B, y se repite adicionalmente por la antena C durante la ranura de tiempo 3. La totalidad de los tres paquetes de datos repetidos se reciben de forma secuencial por la antena 10. En el sentido inverso, los paquetes de datos que representan tráfico de voz de telefonía, transmitidos a partir de la antena 10, se reciben de forma
10 sustancialmente simultánea por las antenas A, B y C. La estación de transferencia de CDMA 14 retransmite, adicionalmente, paquetes de datos recibidos en el sentido inverso a través de la antena T, de vuelta a la red de telefonía.

15 La figura 2 es un diagrama de una visión de conjunto de un sistema de acuerdo con la presente invención que incluye las diferentes interconexiones entre la red de soporte, es decir, entre la red pública conmutada 20 y la central de conmutación y el procesador central 22, y las estaciones de transferencia de CDMA 26, 28, 30, 32, 34, 36 y 38.

El usuario ubicado en la estación de abonado de CDMA 42 se enlaza, por medio de la antena 10, con la estación de transferencia de CDMA 38, a través de las antenas A, B y C. La antena T, 39, situada en la estación de transferencia de CDMA 38 porta tráfico de voz de telefonía de TDMA inalámbrico a la antena 25 situada en la estación base 24. Cada una de las otras estaciones de transferencia de CDMA se conecta a la central de conmutación 22 por una variedad de medios de interconexión. Los medios de conexión W entre la estación base de TDMA 24 y la estación de transferencia de CDMA 36 son unos medios inalámbricos que tienen una estructura de canal de TDMA con seis ranuras de TDMA. La interconexión para distribución de TDMA inalámbrica WE puede ser un sistema de bucle local inalámbrico que esté disponible en el mercado, tal como el sistema de telefonía por radio digital Ultraphone®, proporcionado por Interdigital Communications Corporation. La estructura de ranuras de tiempo de TDMA se porta a través de la estación de transferencia para convertirse en la estructura de ranuras de tiempo para la señal de CDMA estructurada en ranuras, en la salida. Los medios de conexión W son los mismos que la conexión W, con la excepción de que hay cuatro módulos W que funcionan en paralelo para proporcionar una conectividad básica para
20 24 canales de voz. Los medios de conexión F usan un cable de fibra óptica que se conecta entre la central de conmutación 22 y la estación de transferencia de CDMA 32, sin pasar a través de una estación base inalámbrica. Debido a que los medios de conexión F (cable de fibra óptica) incorporan un módem con una estructura de canal de TDM / TDMA similar a W y a WE, estos actúan con facilidad como interfaz con la estación de transferencia. La conexión FT (cable de fibra óptica que porta la multiplexación T1 estándar) entre la central de conmutación 22 y la
25 estación de transferencia de CDMA 30 es un cable de fibra óptica que usa un multiplexor estándar de T1 como medios de combinación de canal. Por lo tanto, la estación de transferencia que maneja los medios de conexión WE puede adaptarse con facilidad para funcionar con los medios de conexión FT. Las conexiones C (cable coaxial) con la estación de transferencia de CDMA 25, y CT con la estación de transferencia de CDMA 28 (cable coaxial que porta la multiplexación estándar de T1) son medios de cable que funcionan como F y FT, respectivamente. Los
30 medios de conexión L a la estación de transferencia de CDMA 36 son una línea acondicionada que porta un tren de datos de hasta 100 kb/s, que tiene la misma estructura que los medios de conexión de TDMA inalámbricos W. Los medios de conexión LE (que no se muestran) utilizan 4 líneas acondicionadas para funcionar de la misma manera que los medios de conexión WE. Los medios de conexión PG a la estación de transferencia de CDMA 34 son una capacidad de ganancia de par que se ha dispuesto como interfaz de entrada a una estación de transferencia.

35 El uso de una combinación de medios aéreos y por fibra óptica / cable para la conexión a las estaciones de transferencia, y una interfaz aérea de salida común, entre las estaciones de transferencia y los terminales de usuario de CDMA, da como resultado una respuesta rápida y flexible y una solución económica. Además, pueden usarse también líneas telefónicas normales acondicionadas para manejar de 64 kb/s a 100 kb/s, para reemplazar la entrada inalámbrica de TDMA a la estación de transferencia. Es también muy rentable conectar el lado de entrada de la estación de transferencia a la salida de un módulo de ganancia de par. Debido a que la interfaz aérea sigue siendo la misma para todos estos medios de interconexión, este concepto extendido se convierte en un vehículo de transición y solución muy rentable.

40 En el diagrama de sistemas de la figura 3, el tráfico de voz de telefonía a través de la red pública conmutada 20 se acopla a una estación base de TDMA 24 que tiene una antena 25 para la transmisión y la recepción de señales de TDMA. Una pluralidad de estaciones de transferencia de CDMA 44, 46, 48, 50 y 52 proporcionan un servicio de telefonía inalámbrico para una pluralidad de abonados 45 y 47. Cada estación de transferencia de CDMA incluye una antena T para recibir y transmitir señales de TDMA, así como una antena A, una antena B y una antena C
45 independientes, para comunicarse con los abonados móviles 45 y 47. A modo de ejemplo, la estación base de TDMA 24 puede tener un alcance de un radio de 56,32 km (35 millas), que cubre numerosas estaciones de transferencia de CDMA. Cada estación de transferencia de CDMA puede tener, habitualmente, un alcance de 8,05 km (5 millas) y estar separada 4,83 km (3 millas) una de otra para proporcionar una cobertura celular de la totalidad del área. La estación de transferencia de CDMA 46 dará servicio al abonado 45, en tanto que la estación de transferencia de CDMA 50 dará servicio al abonado 47. A medida que cada abonado se desplaza por el sistema, se
50 asignará una estación de transferencia de CDMA diferente para dar servicio a ese abonado.

Una realización alternativa se aprovecha de la rica conectividad que se describe anteriormente para distribuir de forma más amplia las tres antenas que se usan para proporcionar diversidad en espacio de transmisión. La distribución más amplia permite la compensación no solo del desvanecimiento de múltiples trayectos, sino también del desvanecimiento debido al bloqueo. Por ejemplo, si el usuario de CDMA (la antena 10 en la figura 1) se coloca detrás de un edificio o colina, la señal a partir de las tres antenas de diversidad en espacio, en una única estación de transmisión, se desvanecerá.

No obstante, si la energía en cada ranura de tiempo se transmitiese a partir de diferentes estaciones de transferencia, al igual que en la figura 4, existiría una alta probabilidad de que el terminal de usuario se bloqueara con respecto a las tres estaciones de transferencia a la vez. Por lo tanto, es posible hacer aleatorios los efectos del desvanecimiento debido al bloqueo y que sean más similares al desvanecimiento de múltiples trayectos. La aleatorización se consigue haciendo que el controlador central asigne las diferentes ranuras de tiempo de forma individual durante el procedimiento de establecimiento de llamada. Cuando se implementan usando unos medios de conexión W o WE, se produce poco impacto en la capacidad entre las estaciones base y las estaciones de transferencia, pero esto incrementaría el número de receptores de TDMA. No obstante, existe también una mejora de la diversidad en el enlace de la estación base a la estación de transferencia. En términos generales, el impacto en los otros medios de conexión con instalación fija de cables es aún menor. Una ventaja importante de usar múltiples estaciones de transferencia como fuentes de diversidad de transmisión es que esto permite que el receptor de CDMA de usuario evalúe la calidad de la señal a partir de cada estación de transferencia y solicite un traspaso durante unas ranuras de tiempo individuales a medida que se encuentren mejores enlaces, con lo que se proporciona una transición sumamente fiable y suave a medida que el usuario pasa a través de un área.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA - SEGUNDA REALIZACIÓN; figuras 4, 5, 6, 12

La figura 4 ilustra un sistema de distribución de telefonía inalámbrica con una diversidad en espacio mejorada. Al igual que antes, una antena 10 de usuario móvil se acopla a una antena A durante la ranura de tiempo 1, a una antena B durante la ranura de tiempo 2 y a una antena C durante la ranura de tiempo 3. No obstante, cada una de las antenas A, B y C se montan en unas estaciones de transferencia de CDMA independientes 54, 56 y 58 respectivas. En particular, se proporciona una antena A, 60, en la estación de transferencia de CDMA 54, se proporciona una antena B, 68, en la estación de transferencia de CDMA 56 y se proporciona una antena C, 64, en la estación de transferencia de CDMA 58. Cada una de las respectivas estaciones de transferencia 54, 56 y 58 están acopladas, a través de unas antenas 62, 70 y 66 respectivas, al sistema de telefonía digital inalámbrica de TDMA. Las señales recibidas por la antena 10 de estación de abonado, a partir de las antenas A, B y C, son similares a las que se reciben en la configuración de la figura 4. No obstante, debido a la separación de las antenas A, B y C, en las estaciones de transferencia de CDMA independientes 54, 56, 58 se mejora enormemente la diversidad de señal, tanto en transmisión como en recepción.

La configuración de sistema de la figura 6 es similar a la de la figura 2, con la excepción de que cada estación de transferencia de CDMA tiene, o bien una antena B, o bien la antena B o una antena C. Por ejemplo, la estación de transferencia de CDMA A, 108, tiene una antena independiente A, 109. La estación de transferencia de CDMA 106 tiene una antena B, 107. De forma similar, la estación de transferencia de CDMA 104 tiene una antena C, 105. De este modo, la antena 10 de la estación de abonado de CDMA 112 recibe señales a partir de cada una de las estaciones de transferencia de CDMA 108, 106 y 104. Las señales recibidas se multiplexan por división en tiempo, en el sentido de que sólo una de las antenas, A, B o C, está transmitiendo a la antena 10 en un instante cualquiera. Durante la transmisión, no obstante, las antenas A, B y C proporcionan múltiples señales multiplexadas por división de código a otros usuarios.

En la presente realización, cada estación de transferencia tiene solamente un único tipo de antena: o bien la antena A, o bien la antena B o bien la antena C. En la figura 5 se ilustra una disposición de sistema que cubre un área de servicio. Al igual que antes, la red pública conmutada 72 se conecta a una estación base de TDMA 74 que tiene una antena de transmisión 75 que cubre un área con un radio de aproximadamente 56,32 km (35 millas). A todo lo largo del área de servicio, las estaciones de transferencia de CDMA están separadas entre sí en una dirección 84, y están colocadas en otra dirección 86 para cubrir el área de servicio. Con fines de ilustración, se ha mostrado una colocación regular. En la práctica, las estaciones de transferencia de CDMA se emplazan de tal manera que proporcionan una cobertura en virtud de la cual una pluralidad de abonados 88, 90 se encuentran siempre dentro del alcance de una antena A, B y C. Por ejemplo, las estaciones de transferencia de CDMA 76 y 82 son del tipo de antena A, mientras que la estación de transferencia de CDMA 80 es una antena del tipo C y la estación de transferencia de CDMA 78 es una antena del tipo B. De este modo, el abonado 88 recibe señales a partir de las estaciones de transferencia de CDMA 76, 78 y 80, en tanto que el abonado 90 puede recibir señales a partir de la estación de transferencia de CDMA 82, 78 y 80.

En la figura 7 se muestra una estructura de ranuras de tiempo para su uso en la presente invención. Se usan seis ranuras de tiempo. Las ranuras de tiempo 1 y 2 se usan para la recepción, seguidas por la ranura de tiempo 3, donde la estación de abonado transmite, a la que sigue la ranura de tiempo 4, que también se usa para la recepción. Durante las ranuras de tiempo 5 y 6, el receptor de CDMA explora la transmisión a partir de las otras estaciones de transferencia.

ESTABLECIMIENTO DE LLAMADA

5 Cuando se ha de establecer o transferir un circuito, la estación base asigna un par de frecuencias, de estación base y de estación de transferencia, una ranura y una secuencia de PN. Esta transmite entonces a la estación de transferencia la totalidad de estas asignaciones e identifica qué abonado va a usar el circuito. Durante el establecimiento de llamada, la estación de transferencia pasa a la estación de transferencia deseada las asignaciones de ranura y de secuencia de PN. Véase, por ejemplo, la figura 17, en la que las ranuras de tiempo de TDMA 1 a 8 se asocian con los usuarios A a F, respectivamente. En una ranura de tiempo dada, por ejemplo, la ranura de tiempo 2, el mensaje para el usuario B contiene información de sincronización 1701, datos de control comunes 1702 para funciones amplias del sistema, datos de control privados 1704 y tráfico de usuario dedicado 1705 para el usuario B. El tráfico de usuario dedicado 1705 se usa durante el establecimiento de llamada para transmitir información de señalización y datos de inicialización.

TRAYECTO DIRECTO

15 La compresión y la descompresión de las señales, más los bits añadidos para la corrección de errores en sentido directo (FEC, *forward error correction*) se realizan en la estación base. En el sentido directo (hacia la estación de abonado), la estación base transmite de forma continua, pero la información contenida en cada ranura se dirige a una estación de abonado particular.

20 A modo de ejemplo, la estación base puede transmitir la información durante la ranura 1, a una frecuencia f_a . La estación de transferencia recibe la información mediante la desmodulación de la señal a la frecuencia f_a durante la ranura 1, y la regeneración de la información solo en el nivel de símbolos o de bits. La estación de transferencia no realiza ninguna descodificación (es decir corrección de errores, compresión y descompresión). El diseño de la estación de transferencia se simplifica, por lo tanto, gracias a la aceptación de la señal ya codificada a partir de la estación base de TDMA. Después de la regeneración en el nivel de símbolos, la señal de TDMA recibida se combina con la secuencia de PN asignada y se retransmite desde la estación base como una señal de CDMA a la frecuencia f_p , sin ningún retardo intencionado, a la antena A. La estación de transferencia almacena, de manera adicional, la información recibida desde la estación base en un registro de almacenamiento intermedio de memoria. Al final de la transmisión de la antena A, los bits de información almacenados en el registro de almacenamiento intermedio de memoria se modulan sobre una continuación de la señal de PN y se radiodifunden, a través de un transmisor apropiado, a la antena B. De este modo, la señal de información idéntica que usa la misma secuencia de PN, pero incrementada en un número fijo de chips, se transmite en la antena B. La posición relativa, o fase de la secuencia de PN con respecto a la información transmitida, es diferente. A la conclusión de la primera repetición, la información contenida en el registro de almacenamiento intermedio de ranuras de tiempo se extrae por lectura una tercera vez para proporcionar una tercera repetición de la información, modulada por una continuación de la secuencia de PN, aún con una fase diferente, a través de un transmisor apropiado, a la antena C.

PROCESAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE ABONADO

40 La estación de abonado, usando el código de CDMA correcto, recibe durante cada una de las tres ranuras que contienen una repetición de señal de información, de tal manera que recibe tres repeticiones idénticas del paquete de datos a partir de tres antenas situadas en diferentes posiciones. La estación de abonado compara entonces las tres repeticiones y selecciona la que tiene la mejor calidad, lo que puede estar basado en la velocidad o proporción de errores de bits, en la distorsión de fase, en la relación entre señal y ruido, etc. Se consigue, de este modo, la diversidad de transmisión en espacio. Solamente se necesita una única antena en la estación de abonado. La estación de abonado desmodula y descodifica la señal, y realiza la corrección de errores, la descompresión, etc. Puede usarse un combinador de probabilidad máxima para combinar la potencia a partir de las tres ranuras de tiempo. Idealmente, la energía de los paquetes de datos recibidos se combina de una manera máxima antes de realizar una decisión firme.

55 Durante la tercera ranura de tiempo T3, la estación de abonado transmite de vuelta a la estación de transferencia usando una secuencia de PN similar a la que recibió. La secuencia de PN puede ser la que se dedujo de la recepción (después de la regeneración) o bien puede generarse localmente basándose en el código original recibido durante el establecimiento de llamada. Debido a que la estación de abonado no transmite durante el mismo periodo de tiempo en el que está recibiendo, no es necesario ningún diplexor ni filtro de ranuras. Se usa un simple conmutador de T/R (transmisión / recepción) para conmutar la antena entre transmisión y recepción. Solo se necesita un único receptor en la estación de abonado para conseguir una diversidad de tres ramas. Las tres cadenas requeridas por un receptor Rake no son necesarias en la presente invención.

60 Por otra parte, los beneficios de una redundancia triple en espacio y en tiempo, con una cierta protección en frecuencia proporcionada por el espectro expandido, no se obtienen afectando adversamente a la capacidad. La diversidad de tres ramas típicamente consigue una reducción para desvanecimientos profundos de por lo menos 10 dB (un factor de 10x). A pesar de que las tres repeticiones transmitidas de la misma señal de información aumentan el nivel de interferencia en un factor de 3 (aproximadamente 5 dB), debido a que los desvanecimientos son de 10 dB menos, los niveles de potencia del transmisor pueden reducirse en un factor de 10 (10 dB). De este modo, la

cantidad total de interferencia se reduce en un factor de 10/3 o 5 dB. Debido a que la estación de transferencia a un enlace de abonado se hace funcionar en un modo de autointerferencia, esto significa que pueden usarse tres veces más circuitos de abonado simultáneos, que si no se usase la diversidad.

5 TRAYECTO DE RETORNO

En el sentido inverso (de la estación de abonado a la estación de transferencia), se conectan tres receptores respectivamente a tres antenas situadas en la estación de transferencia, para proporcionar una diversidad en espacio de tres ramas convencional. El mismo análisis en relación con la interferencia y con el número de circuitos disponibles se aplica a la transmisión en el sentido inverso así como en el sentido directo, excepto porque la información se transmite solo una vez y se recibe de forma simultánea por las tres antenas de la estación base.

Además de aumentar el número de abonados por unidad de frecuencia, la presente invención es rentable. En primer lugar, la estación de abonado solamente necesita un único receptor. En segundo lugar, no necesita un diplexor. En tercer lugar, la estación de transferencia no necesita descodificar o volver a codificar ninguna señal. El número de abonados por cada transmisor es el mismo, si bien, debido a que se usa la diversidad en espacio en la dirección inversa, el número de abonados por receptor se incrementa. A la inversa, puede permitirse que el ruido de la estación de abonado sea más alto si no se emplea completamente el uso pleno del incremento en el número de abonados.

La señal recibida por la estación de transferencia desde la estación de abonado se retransmite (de nuevo con la regeneración en el nivel de símbolos o de bits, pero sin descodificación) desde la estación de transferencia, de vuelta a la estación base, sin un retardo intencional durante la misma ranura. A condición de que la ranura se encuentre dentro de la misma trama de TDMA o, por lo menos, con una duración de una trama de la ranura que se usa desde la estación base hasta la estación de transferencia, no se incurre en ningún retardo adicional por el uso del presente sistema.

ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA - PRIMERA REALIZACIÓN; figuras 8, 9, 15

La estación de transferencia de CDMA tiene una entrada de TDMA en la antena T. El lado de salida de la estación de transferencia en las antenas A, B y C usa una estructura de CDMA para llegar a un gran número de abonados en zonas con una población relativamente densa. El CDMA posee diversos atributos que lo hacen deseable para esta aplicación. La señal de banda ancha es inherentemente robusta en un entorno de múltiples trayectos y tiene la capacidad de superar la interferencia, intencional o de otro tipo. La posibilidad de que el desvanecimiento selectivo provoque la supresión de la totalidad del espectro, se reduce a medida que aumenta el espectro transmitido. Una velocidad de chips más alta, o un producto de TW incrementado, reduce la cantidad del margen de desvanecimiento que se requiere para conseguir un nivel especificado de rendimiento.

Las señales de espectro ensanchado presentan una protección intrínseca de múltiples trayectos para la protección contra el desvanecimiento. No obstante, los modelos estadísticos no tienen en cuenta, en general, la duración o la frecuencia con la que se producen los desvanecimientos. La geometría específica en cada ubicación, o cómo está cambiando la geometría en relación con el receptor, determina los parámetros reales del desvanecimiento. Para celdas pequeñas, con antenas bajas, es muy probable que la diferencia de longitudes de trayecto para señales intensas sea pequeña. El resultado de esto es un desvanecimiento plano. Es decir, el espectro a lo largo de diez o quince megahercios se desvanecerá al mismo tiempo. Por lo tanto, no es posible usar las características intrínsecas de protección de múltiples trayectos de las señales de espectro ensanchado para protegerlas frente a un desvanecimiento plano, a menos que estén disponibles por lo menos 25 o 30 MHz. Además, con frecuencia no existe trayecto múltiple alguno de importancia que tenga un retardo suficiente para aprovechar un receptor Rake adicional. Incluso así, el uso de trayectos múltiples, reales o artificiales, requiere receptores / correladores adicionales en el terminal de usuario de CDMA. Por lo tanto, para mantener un funcionamiento fiable usando solo CDMA, se requiere la adición de un margen de por lo menos 15 dB a la asignación de potencia del enlace, en particular para tener en cuenta la situación en la que un usuario móvil se detiene en uno de los nulos o un usuario fijo cambia ligeramente la geometría de ubicación.

La presente invención utiliza la otra característica importante de los sistemas de espectro ensanchado, la capacidad para superar la interferencia, como técnica para combatir las situaciones de múltiples trayectos difíciles. La capacidad de un sistema de CDMA se ve limitada por la cantidad de interferencia que se está recibiendo por el receptor deseado. A condición de que el producto de TW sea lo bastante grande como para elevar la señal deseada fuera de la interferencia, no importa cuál sea en realidad la velocidad de los datos transmitidos. Por lo tanto, con la presente invención, la velocidad de la información transmitida se reduce para permitir que la señal transmitida se repita tres veces a partir de tres antenas diferentes, por lo que se obtiene una diversidad de transmisión triple que permite reducir el margen de potencia transmitida en por lo menos 10 dB para un enlace de alto rendimiento. Por lo tanto, incluso aunque se introduzca en los enlaces una interferencia adicional, la ganancia del procesamiento de CDMA supera con facilidad el impacto adverso. Es decir, la ganancia a partir de la diversidad triple supera en gran medida, en un sistema de alta calidad, la pérdida debida a la interferencia añadida.

En la figura 8 se muestra un diagrama de bloques de la estación de transferencia de acuerdo con la primera realización de la presente invención para el canal directo. La antena de TDMA T, 916, se acopla, a través de un conmutador de recepción de transferencia 918, a un receptor de TDMA 800. La salida del receptor de TDMA 800 está conectada a un desmultiplexor 802, cuya salida se almacena en registros de almacenamiento intermedio 806 de ranuras de tiempo. Un multiplexor de tiempo 808 accede a los contenidos de los registros de almacenamiento intermedio 806 de ranuras de tiempo y proporciona paquetes de datos que se suministran como salida a diversos codificadores de CDMA 810 previstos para la transmisión por la antena A. La salida del multiplexor de tiempo 808 también proporciona paquetes de datos que se suministran como salida a una pluralidad de codificadores de CDMA 812 previstos para la transmisión por la antena C. De forma similar, el multiplexor de tiempo 808 proporciona paquetes de datos que se suministran como salida a una pluralidad de codificadores de CDMA 814 previstos para la transmisión por la antena B. Cada uno de la pluralidad de codificadores de CDMA 810, 812 y 814 se proporciona para los transmisores de CDMA respectivos 816, 824 y 826. Cada uno de los transmisores de CDMA está acoplado a una antena respectiva 822, 824 y 826 con el fin de proporcionar unas transmisiones de antena A, de antena B y de antena C respectivas.

La coordinación de la regulación del sincronismo y el control del receptor de TDMA 800, así como de los registros de almacenamiento intermedio 806 de ranuras de tiempo, del multiplexor de tiempo 808 y de cada uno de la pluralidad de codificadores de CDMA, se controla mediante un aparato de sincronización y de control 804. El aparato de sincronización y control 804 también proporciona una identificación (ID) de posición que representa la estación de transferencia particular a la pluralidad de codificadores de CDMA 810, 812 y 814, para la inclusión en las señales transmitidas en las antenas A, B y C.

La estación de transferencia de la figura 8 también incluye un receptor de CDMA y un transmisor de TDMA 900, que se muestra con mayor detalle en el diagrama de bloques de la figura 9. El transmisor de TDMA está conectado a la antena 916 a través del conmutador de transmisión y recepción 918, en tanto que los receptores de CDMA se conectan a través de unos diplexores respectivos a la antena A, a la antena B y a la antena C, tal como se muestra con mayor detalle en la figura 15.

La figura 9 es un diagrama de bloques de una estación de transferencia que ilustra la estructura de las señales de manejo en el canal inverso. Las antenas A, B y C, que se indican respectivamente como 822, 824 y 826, se conectan, al receptor de CDMA A, 902, al receptor de CDMA B, 904 y al receptor de CDMA C, 906 respectivos. La salida de los respectivos receptores de CDMA A, B y C se suministra a un combinador 908 de probabilidad máxima, la salida del cual se proporciona a unos registros de almacenamiento intermedio de memoria y a un multiplexor 910 de ranura de tiempo. Los registros de almacenamiento intermedio de memoria del multiplexor 910 de ranura de tiempo proporcionan paquetes de datos a un transmisor de TDMA 914 que se acopla, a través del conmutador de transmisión y recepción 918, a la antena 916. El receptor de TDMA y transmisor de CDMA 828 que se corresponde con el diagrama de bloques de la figura 8, se acopla con el otro terminal del conmutador de transmisión y recepción 918.

La figura 15 ilustra la configuración de antenas de una estación de transferencia que permite que la antena A, la antena B y la antena C se compartan entre señales de transmisión y recepción de TDMA y CDMA. Un modulador 1502 está conectado, a través de un multiplexor de tiempo 1503, a unos diplexores 1510, 1514 y 1518, respectivamente conectados a la antena A, 1512, a la antena B, 1516 y a la antena C, 1520. Las otras entradas de los diplexores 1510, 1514 y 1518 están conectadas, respectivamente, a las salidas de los desmoduladores 1504, 1506 y 1508.

En el funcionamiento que se ilustra en la figura 8, una señal de TDMA recibida en la antena 916 se desmultiplexa y se coloca en los registros de almacenamiento intermedio 806 de ranuras de tiempo. Un paquete de datos destinado a un abonado dado, se selecciona por el multiplexor de tiempo 808 durante la ranura de tiempo 1 para codificar una señal de CDMA por uno de una pluralidad de codificadores 810 para su transmisión por la antena A. El mismo paquete de datos se selecciona de nuevo por el multiplexor de tiempo 808 para codificar una señal de CDMA por uno de una pluralidad de codificadores 812 durante la ranura de tiempo 2, para su transmisión por la antena B. Por último, ese mismo paquete de datos se selecciona subsiguientemente por el multiplexor de tiempo 808 para codificar una señal de CDMA por uno de una pluralidad de codificadores 814 para su transmisión, durante la ranura de tiempo 4, por la antena C.

En el sentido inverso, y haciendo referencia a la figura 9, la transmisión de CDMA desde la estación de abonado, durante la ranura de tiempo 3, se recibe de forma sustancialmente simultánea por las antenas 822, 824 y 826. Cada uno de los receptores de CDMA 902, 904 y 906 recibe el mismo paquete de datos. Un combinador 904 de probabilidad máxima combina la potencia a partir de las tres ranuras de tiempo antes de realizar una decisión firme. En términos generales, se seleccionará la señal que sea más intensa y que esté libre de errores. Después de la selección, el paquete de datos se mantiene en un registro de almacenamiento intermedio de memoria y multiplexor 910 de ranura de tiempo, esperando su colocación en su ranura de tiempo apropiada para su transmisión, por el transmisor de TDMA 914, por la antena 916.

ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA - SEGUNDA REALIZACIÓN; figura 12

En la figura 12 se muestra una estación de transferencia de acuerdo con la segunda realización de la presente invención. En esencia, esta estación de transferencia es similar a la estación de transferencia de las figuras 8 y 9, con la excepción de que solo se proporciona una antena de CDMA, A, B o C. En particular, en la figura 12, la antena 1200 se conecta, a través de un conmutador de transmisión y recepción 1202, a un receptor de TDMA 1204. La salida del receptor de TDMA 1204 se desmultiplexa en 1206 y se coloca en los registros de almacenamiento intermedio 1208 de ranuras de tiempo. Un paquete de datos colocado en el registro de almacenamiento intermedio 1208 de ranuras de tiempo se multiplexa en tiempo por un desmultiplexor 1210 hacia uno de una pluralidad de codificadores de CDMA 1212. La señal de CDMA codificada se amplifica en el transmisor de CDMA 1214, acoplado, a través de un diplexor 1218, a la antena A, 1228.

La antena A 1228 también funciona para recibir señales de CDMA. Para este fin, un receptor de CDMA 1226 está conectado a la antena A, 1228, a través de un diplexor 1218 para proporcionar paquetes de datos recibidos al combinador y los registros de almacenamiento intermedio 1224 de ranuras de tiempo. Un multiplexor de tiempo 1222 toma los paquetes de datos contenidos en los registros de almacenamiento intermedio 1224 de ranuras de tiempo y compone una señal multiplexada en tiempo para un transmisor de TDMA 1220, el cual está conectado, a través de un conmutador de transmisión y recepción 1202, a la antena 1200. El funcionamiento de la estación de transferencia se controla por un aparato de sincronización y control 1216 que también incluye una identificación (ID) de posición única para esta estación de transferencia particular, y parámetros de control de establecimiento de llamada.

Durante el funcionamiento, la estación de transferencia recibe señales de TDMA por la antena T 1200, las cuales se desmodulan en el receptor de TDMA 1204 y se desmultiplexan en el desmultiplexor 1206 para su colocación en los registros de almacenamiento intermedio 1208 de ranuras de tiempo. Los paquetes de datos contenidos en los registros de almacenamiento intermedio 1208 de ranuras de tiempo se transmiten por la antena A durante la ranura de tiempo 1. Para este fin, el multiplexor de tiempo 1210, los codificadores de CDMA 1212 y el transmisor de CDMA 1214 recuperan los respectivos paquetes de datos a partir de los registros de almacenamiento intermedio 1208 de ranuras de tiempo y codifican el paquete de datos apropiado en una señal codificada de CDMA, en la antena A. En el trayecto de retorno, el receptor de CDMA 1226 recibe señales de forma simultánea por las antenas A, B y C durante todas las ranuras de tiempo. Los paquetes de datos recibidos se desmodulan por unos códigos de PN respectivos y se colocan en unos registros de almacenamiento intermedio 1224 combinadores de ranuras de tiempo, de tal manera que cada ranura de tiempo se asigna a un usuario diferente. Después de esto, los paquetes de datos se multiplexan de manera temporal en el multiplexor 1222 para su transmisión por el transmisor de TDMA 1220, a través del conmutador de transmisión y recepción 1202, por la antena 1200.

La estación de transferencia es el punto de conversión para establecer una relación de correspondencia de la señal de TDM / TDMA con una señal de CDMA. La señal de CDMA, cuando se diseña adecuadamente, tiene un comportamiento superior frente a la interferencia de múltiples trayectos. El lado de entrada de la estación de transferencia forma parte de una red de distribución estructurada. Este es, básicamente, un punto de retransmisión de tándem situado en la red, es decir, la dirección para el usuario de CDMA final también incluye la dirección del punto intermediario (la estación de transferencia). Debido a que, en el caso general, el usuario de CDMA final puede desplazarse y acceder a la red a través de otro punto de transferencia, será necesario proporcionar la capacidad para entrar en la dirección de la estación de transferencia con independencia de la dirección de los usuarios de CDMA. Para abonados fijos tales como la estación de abonado de TDMA 40 de la figura 2, esto no será un problema, excepto para un encaminamiento de refuerzo o para una protección frente al desvanecimiento.

La red de entrada preferida incluye un cierto número de estaciones base, estaciones de transferencia y estaciones de usuario de TDMA, tal como se muestra en la figura 2. Cualquier ranura de tiempo en cualquier frecuencia puede asignarse a cualquier estación de transferencia o usuario de TDMA. Con el fin de reducir el coste de la estación de transferencia, se ha propuesto que, una vez se ha conectado un usuario de CDMA a través de una estación de transferencia específica, cualesquiera usuarios de CDMA adicionales, asignados a la estación de transferencia, también se asignarán a una ranura de tiempo en la misma frecuencia que el primer usuario. Mediante la gestión adecuada de estas asignaciones, el número de elementos de radio de TDMA puede reducirse de forma significativa. La estación base 24 o la central de conmutación y el procesador central 22 gestionarán los recursos de radio y asignarán las frecuencias, las ranuras de tiempo y los códigos de PN, asegurando de este modo un uso eficiente del espectro y de las radios. La frecuencia, la ranura de tiempo y el código de PN se asignan, todos ellos, durante el procedimiento de establecimiento de llamada inicial.

Las transmisiones locales en el lado de salida de la estación de transferencia son de CDMA, pero a cada abonado se le asigna una ranura de tiempo específica de una señal de división de tiempo. Por lo tanto, la velocidad de información individual se ve incrementada por el número de ranuras de tiempo. No obstante, la velocidad de datos total para todos los abonados sigue siendo la misma y la potencia total transmitida para todas las señales permanece igual; solo se redistribuye. Debido a que las ranuras de tiempo individuales están desconectadas o desactivadas a menos que exista actividad, la potencia transmitida se reduce en aproximadamente 3 dB para el tráfico de voz. Debido a que la misma información se transmite tres veces, la potencia transmitida promedio se

incrementa en 5 dB. Por lo tanto, la potencia total transmitida a partir de cada estación de transferencia se ve incrementada en 5 dB, al transmitirse tres veces, pero se ve también reducida en 10 dB, por la mejora de la diversidad, con el resultado de una reducción global de 5 dB en la potencia promedio. En conjunto, la interferencia introducida en otras celdas se reduce en 5 dB.

5 La estación base (24 en la figura 2) o la central de conmutación y el procesador central (22 en la figura 2) también gestionarán el procedimiento de traspaso. Tendrá que haber por lo menos cuatro ranuras de tiempo para obtener diversidad en el lado de CDMA y aún se tendrá una ranura de tiempo para que el receptor de CDMA realice una exploración de otras estaciones de transferencia. Cuatro ranuras de tiempo solo proporcionan una diversidad doble.

10 Con cinco ranuras de tiempo, es posible conseguir el nivel deseado de diversidad triple. Por supuesto, añadiendo receptores adicionales en el terminal de usuario de CDMA, será posible realizar una exploración en paralelo en busca de mejores señales de sincronización. No obstante, la adición de otro receptor en todos los terminales de usuario de CDMA sería una solución costosa. Por lo tanto, con tres ranuras de tiempo existe solo una diversidad doble, y no hay traspaso. Con cuatro ranuras de tiempo, existe una triple diversidad para los abonados de CDMA

15 fijos y una diversidad doble para los abonados de CDMA móviles. Con cinco ranuras de tiempo, existe una diversidad triple para los usuarios de CDMA tanto fijos como móviles. Con seis o más ranuras de tiempo, existe la oportunidad de añadir flexibilidad a la estructura de canal. La figura 7 muestra la estructura de ranuras de terminal de usuario de CDMA para seis ranuras de tiempo.

20 La estructura de antena triple situada en la estación de transferencia se usa en el enlace de retorno al escuchar de forma simultánea una única ráfaga desde cada abonado activo, dentro de su ranura de tiempo asignada, en las tres antenas, con lo que se consigue también una diversidad en espacio triple. En la figura 10A se muestran las estructuras de sincronismo global para los enlaces de CDMA directo e inverso, en la estación de transferencia. Para fines ilustrativos se han mostrado seis ranuras de tiempo, pero, tal como se ha descrito previamente, es posible

25 implementar cualquier número de ranuras de tiempo, tres o más, de manera que el límite razonable superior se encuentra en el entorno de 32.

El orden de transmisión de las tres ranuras de tiempo activas puede distribuirse a lo largo del número total de ranuras de tiempo, e incluso pueden usarse más de tres ranuras de tiempo. Con la diversidad triple, la potencia transmitida desde los terminales de usuario de CDMA puede reducirse en por lo menos 5 dB, probablemente más, pero 5 dB es conforme al mantenimiento de la correspondencia con el rendimiento del enlace directo. En cualquier caso, la potencia transmitida se controla y mantiene en el nivel mínimo para mantener un enlace de alta calidad. Es también posible, a frecuencias más altas, conseguir una cierta independencia de las antenas incluso en un área o radio relativamente pequeño. Por lo tanto, puede aplicarse un enfoque similar de diversidad en espacio y en tiempo

30 de transmisión, que se usa en el enlace directo, también al enlace inverso. La diversidad doble debe dar lugar a una mejora significativa en la mayor parte de situaciones.

Cada estación de transferencia transmite de forma continua un canal de espectro ensanchado para fines de sincronización y control. El canal de sincronización y control identifica la estación de transferencia particular y gestiona los terminales de usuario a condición de que estos se hayan asignado a la estación de transferencia. Una gran parte del tiempo, el canal de sincronización y control no transporta tráfico de usuario alguno. El canal de sincronización y control puede ser un canal de banda estrecha que puede captarse y vigilarse con facilidad. La parte de soporte de información de la señal de control tiene una ranura de tiempo asignada previamente e incluye mensajes de sistema y de señalización para todos los usuarios asignados al área particular cubierta por esa

40 estación de transferencia. La ganancia de procesamiento es suficiente para permitir que una estación de transferencia incluya varias señales de CDMA dotadas de ranuras de tiempo, para transmitirse en paralelo, con lo que se permite compartir el conjunto geoméricamente ordenado de antenas. Asimismo, solo se requiere un único canal de sincronización y control para múltiples módulos de CDMA dotados de ranuras que están integrados en una única posición.

50 ESTACIÓN DE ABONADO; figura 13

En la figura 13 se muestra un diagrama de bloques de la estación de abonado de acuerdo con la presente invención. Una antena 1300 está acoplada a un receptor de CDMA 1304 a través de un conmutador de transmisión y recepción 1302. La salida del receptor de CDMA 1304 proporciona paquetes de datos a unos registros de almacenamiento intermedio 1306, 1308 y 1310 de datos. Un combinador 1314 selecciona y combina los datos guardados en los registros de almacenamiento intermedio 1306, 1308 y 1310, con el fin de proporcionar una salida a un convertidor de digital a analógico 1316, que también incluye medios para descomprimir la señal comprimida con el fin de proporcionar una salida de audio. Se proporciona una entrada de audio analógico a un convertidor de analógico a digital 1322, el cual también proporciona medios para comprimir la señal de audio. La salida del convertidor de analógico a digital 1322 es una forma digital de muestras de audio ensambladas en forma de paquetes de datos en un registro de almacenamiento intermedio 1320 de memoria. Un transmisor de CDMA 1318 codifica el contenido del registro de almacenamiento intermedio 1320 de memoria y proporciona una señal codificada de CDMA, a través del conmutador de transmisión y recepción 1302 a la antena 1300. La estación de abonado de CDMA se sincroniza por

60 un controlador de sincronización y de sincronismo 1312, que también mide el retardo de la señal para una medición de posición, tal como se describe en lo sucesivo.

En el sentido directo, el receptor de CDMA 1304 recibe tres paquetes de datos idénticos y coloca uno de los paquetes de datos, durante la ranura de tiempo T1, en el registro de almacenamiento intermedio 1306, un segundo de los paquetes de datos, durante la ranura de tiempo T2, en el registro de almacenamiento intermedio 1308 de memoria, y un tercero de los paquetes de datos, recibido durante la ranura de tiempo T4, en el registro de almacenamiento intermedio 1310 de memoria. El combinador 1314 selecciona uno o más de los contenidos de los registros de almacenamiento intermedio de memoria para combinarse o seleccionarse como los mejores datos recibidos, para su conversión en una salida de audio analógica de la salida del convertidor de digital a analógico 1316. Usando tres paquetes de datos con diversidad en tiempo y en espacio, el presente sistema es menos susceptible de desvanecimiento, y, debido a que se usa el mismo receptor para desmodular las tres muestras, no es necesario procedimiento de equilibrado de intensidad de señal complejo alguno.

En el sentido inverso, la entrada de audio analógica al convertidor de analógico a digital 1322, que también incluye un algoritmo de compresión digital, proporciona un paquete de datos para el registro de almacenamiento intermedio 1320. Durante la ranura de tiempo T3, el transmisor de CDMA 1318 codifica el contenido del registro de almacenamiento intermedio 1320 para su transmisión como una señal de CDMA por la antena 1300.

La simplificación del terminal de usuario de CDMA es una consideración de primer orden en el presente sistema. La simplificación principal es la capacidad de compartir de manera temporal el receptor y, en particular, el correlador a medida que este realiza sus diferentes funciones. La capacidad para transmitir y recibir en diferentes momentos también simplifica la implementación del pequeño terminal de usuario portátil. El receptor único recibe de forma secuencial las tres señales con diversidad en espacio, dentro de las tres diferentes ranuras de tiempo, y se traslada entonces a diferentes códigos para buscar señales mejoradas a partir de otras estaciones de transferencia. Ese mismo receptor también se usa para el fin de captación y seguimiento. Debido a que el terminal de usuario no recibe durante la ranura en la que está transmitiendo, no hay necesidad de un diplexor ni de un filtro de ranura. Solo se usa un simple conmutador de encendido / apagado. Debido a que solo es necesario un único código de PN en un momento dado, el procedimiento de generación de código de PN se ve también simplificado en gran medida. El procesamiento de banda base puede llevarse a cabo en un procesador común de velocidad relativamente baja.

En las ranuras de tiempo en las que el terminal de usuario no está recibiendo ni transmitiendo, el receptor es libre de buscar los canales de sincronización y control a partir de otras estaciones de transferencia. Cuando el terminal de usuario identifica un canal de sincronización y control que es mejor que el que se le ha asignado, el terminal de usuario envía un mensaje al controlador de red diciendo al controlador que ha identificado un candidato potencial para el traspaso. El controlador de red usa esta entrada, junto con otra información, para tomar la decisión del traspaso. El controlador de red envía el mensaje de traspaso a las entidades afectadas. Las identidades de los códigos que se han de buscar por el terminal de usuario, se proporcionan por el controlador central de red a través de la estación de transferencia, donde se colocan en el canal de control.

ESTRUCTURA DE RANURAS DE TIEMPO; figuras 10A, 10B, 11A, 11B, 17

En la figura 10A se muestra la asignación de ranuras de tiempo para multiplexar 6 llamadas simultáneas. Se ilustran asignaciones de ranuras de tiempo para la transmisión, 1002, y para la recepción, 1004. La entrada en cada caja contiene la actividad durante la ranura de tiempo correspondiente. Durante la ranura de tiempo 1, la antena A transmite T1 al usuario 1, la antena B transmite T6 al usuario 6 y la antena C transmite T4 al usuario 4. Al mismo tiempo, las antenas A, B y C reciben R5 del usuario 5. Durante la siguiente ranura de tiempo 2, la antena A transmite T2 al usuario 2, la antena B transmite T1 al usuario 1 y la antena C transmite T5 al usuario 5. Al mismo tiempo, las antenas A, B y C reciben R6 del usuario 6. Continuando por el diagrama de la figura 10A, durante la ranura de tiempo 3, la antena A transmite T3 al usuario 3, la antena B transmite T2 al usuario 2 y la antena C transmite T6 al usuario 6. Al mismo tiempo, las antenas A, B y C reciben R1 del usuario 1.

Obsérvese que, durante la ranura de tiempo 3, ninguna de las antenas A, B o C está transmitiendo al usuario 1. En lugar de esto, el usuario 1 está transmitiendo y la estación de transferencia está recibiendo por las tres antenas a partir del usuario 1. No obstante, durante la ranura de tiempo 4 se realiza la tercera transmisión al usuario 1. Es decir, durante la ranura de tiempo 4, la antena A transmite T4 al usuario 4, la antena B transmite T3 al usuario 3 y la antena C transmite T1 al usuario 1. Las ranuras de tiempo 5 y 6 no se usan directamente para la transferencia de datos hacia o desde el usuario 1. Las asignaciones de ranuras de tiempo que se han mostrado en las figuras 10A, 10B, 11A y 11B son consistentes con la figura 7, donde el usuario 1 está recibiendo durante las ranuras de tiempo 1, 2 y 4, y transmite durante la ranura de tiempo 3. El patrón puede observarse en las asignaciones de ranuras de la figura 10A, al buscar los tiempos en los que se transmite T1. La transmisión de T1 aparece en las ranuras de tiempo 1, 2 y 4, respectivamente por las antenas A, B y C. No aparece ninguna transmisión a T1 durante T3, pero la referencia a las ranuras de tiempo de recepción 1004 indica que se recibe R1 a partir del usuario 1, durante la ranura de tiempo 3. Debido a que, en cualquier ranura de tiempo dada, existen tres transmisiones y una recepción de forma simultánea, se requieren por lo menos 4 secuencias de código de ensanchamiento de PN de CDMA direccionables.

Por lo tanto, la multiplexación por división en tiempo se usa en el sentido de que unas ranuras de tiempo sucesivas portan datos dirigidos a diferentes usuarios. La multiplexación por división de código se usa en el sentido de que,

durante cada ranura de tiempo multiplexada en tiempo, múltiples secuencias de código de PN permiten la comunicación simultánea con múltiples usuarios. El resultado es una señal multiplexada por división en tiempo y multiplexada por división de código.

5 En la figura 10B se muestra la asignación de ranuras de tiempo para la multiplexación de 12 llamadas simultáneas. Se ilustran las asignaciones de ranuras de tiempo para la transmisión, 1006, y para la recepción, 1008. Durante la ranura de tiempo 1, la antena A transmite T1 al usuario 1 y T7 al usuario 7, la antena B transmite T6 al usuario 6 y T12 al usuario 12, y la antena C transmite T4 al usuario 4 y T10 al usuario 10. Al mismo tiempo, las antenas A, B y C reciben R5 a partir del usuario 5 y R11 a partir del usuario 11.

10 La asignación de ranuras de tiempo para la multiplexación de 24 llamadas simultáneas se ha mostrado en las figuras 11A y 11B. La figura 11A muestra la transmisión desde la estación de transferencia (sentido directo), en tanto que la figura 11B muestra la transmisión a la estación de transferencia (sentido inverso). Se ilustran las asignaciones de ranuras de tiempo para la transmisión, 1102, 1104, 1106, y para la recepción, 1108. A modo de ejemplo, durante la ranura de tiempo 5, la antena A transmite T5, T11, T17 y T23 (es decir, T5 al usuario 5, T11 al usuario 11, etc.). La antena B transmite T4, T10, T16 y T22. La antena C transmite T2, T8, T14 y T20. Al mismo tiempo (durante la ranura de tiempo 5), las antenas A, B y C reciben R3, R9, R15 y R21 (es decir, R3 a partir del usuario 3, R9 a partir del usuario 9, R15 a partir del usuario 15 y R21 a partir del usuario 21).

20 Para la figura 10A, se requiere un único codificador de CDMA por cada antena para manejar 6 llamadas simultáneas. En la figura 10B, se requieren dos codificadores de CDMA por cada antena para manejar 12 llamadas simultáneas. De forma similar, en la figura 11A, se requieren cuatro codificadores de CDMA por cada antena. De este modo, por ejemplo, si se dispone de 180 secuencias de código de PN, entonces se requieren 180/6, o 30, codificadores de CDMA por cada antena con el fin de manejar 180 llamadas simultáneas. Si, para este número mayor de accesos requeridos, se incrementa el número de ranuras de tiempo, el número de codificadores disminuirá proporcionalmente.

CONFIGURACIONES DE SISTEMA ALTERNATIVAS; figuras 14, 16

30 Una mejora adicional extiende la distancia entre las antenas de diversidad de la estación de transferencia mediante el uso de cables de banda ancha que tienen 304,8 metros (mil pies) o más. La estación de transferencia envía la señal de espectro ensanchado en radiofrecuencia final, por el cable hasta la antena. La antena situada en el extremo del cable contiene un amplificador de radiofrecuencia. Una implementación que distribuye señales por cable presenta la misma mejora frente al bloqueo que se ha descrito para el enfoque de diversidad de transmisión por múltiples estaciones de transferencia.

35 No obstante, en lugar de usar un cable independiente para cada antena, una realización preferida comparte un único cable y usa la multiplexación en frecuencia para asignar una frecuencia portadora de cable diferente a cada antena. De este modo, la señal deseada se transmite solo a partir de la antena más próxima al usuario, lo que reduce la interferencia. Como mejora adicional, un sistema de distribución por cable integra diferentes elementos en una red de sistema de comunicaciones personal y local. El bloque de construcción básico es el módulo de CDMA estructurado en seis ranuras de tiempo, que excita en serie tres antenas para obtener una diversidad en espacio y en tiempo de transmisión triple. Con fines de simplicidad, el diseño de la estación de transferencia que maneja la señal de TDMA entrante, tiene también una estructura de seis ranuras de tiempo básica. La estructuración modular de seis ranuras de tiempo puede desplegarse con facilidad para dar cabida a múltiplos de 12, 18, 24 y 30 o 32. La figura 14 muestra la implementación para varias combinaciones diferentes. La realización preferida utiliza una entrada inalámbrica, tal como W o WE, como la entrada a la estación de transferencia; no obstante, un sistema de distribución por cable funciona igualmente bien con señales por cable, como entrada.

50 En un sistema de comunicación personal basado en cable, las estaciones de transferencia se trasladan de vuelta al controlador central, lo que reduce el coste de la estación de transferencia, debido a que esta no tiene que hacerse más robusta o alimentarse a distancia. Esto también reduce el número de repuestos requeridos y el coste de mantener las unidades, debido a que estas se encuentran, todas ellas, en un mismo lugar y son de fácil acceso. Las estaciones de transferencia también pueden reasignarse de forma dinámica a medida que la carga de tráfico cambia durante el día o la semana, por lo que se reduce de forma significativa el número total de estaciones de transferencia requeridas. El ancho de banda de la red de distribución se incrementa, pero los desarrollos en el sistema de distribución por cable y fibra óptica tienen un ancho de banda creciente para un coste decreciente, para dar cabida al incremento de ancho de banda a un coste razonable. La ventaja de tener varias opciones de interconexión a seleccionar, significa que la elección de la interconexión se convierte en una elección económica determinada por los factores de coste asociados con cada instalación. Se espera que cada red incluya muchas, o la totalidad, de las opciones de interconexión.

65 La disposición del sistema en la que las estaciones de transferencia se trasladan de vuelta a la misma posición que el controlador central, se representa en la parte inferior de la figura 14. Se usa un sistema general de distribución de banda ancha por cable o fibra óptica en ambos sentidos 1402 para enlazar las estaciones de transferencia ubicadas de forma central con las antenas situadas a distancia. Se dispone de una flexibilidad considerable a la hora de

configurar el espectro de banda ancha en formatos de señal, para enlazar las estaciones de transferencia ubicadas de forma central con cada antena de estación de transferencia. No obstante, por simplicidad, es preferible retener el protocolo de TDMA con su protocolo de interfaz aérea con diversidad en espacio / en tiempo triple, de CDMA estructurada en ranuras de tiempo, y una señal de traducción a frecuencia como una interfaz aérea común para cada antena.

A cada antena se le asigna una frecuencia central independiente en el cable de distribución 1402 de banda ancha. Debido a la facultad de compartir TDMA y CDMA, puede darse servicio a muchos usuarios por la misma antena usando la misma frecuencia de cable. La antena de estación de transferencia situada en la posición N incluye un transceptor, que se sintoniza a la frecuencia de cable asignada. El controlador central transmite y recibe paquetes de datos en la forma de onda de TDMA / CDMA final que representa el tráfico telefónico en cada frecuencia asignada del cable de distribución 1402 de banda ancha. De este modo, tal como se muestra en la figura 16, cada posición remota incluye un transceptor remoto (transmisor, receptor, oscilador local, diplexor y antena) en la ubicación 1602. La unidad emplazada a distancia es un receptor, traductor de frecuencia y transmisor de baja potencia relativamente simple, para los sentidos tanto directo como inverso. Es adecuado un amplificador transmisor de baja potencia debido a que las celdas son pequeñas y se está usando la diversidad triple (tres antenas y tres ranuras de tiempo) para enlazar la estación de abonado con el sistema. El lado de transmisión del controlador central proporciona flujos de información individuales junto con la información de señalización y control asociada, en la interfaz A' de la figura 14, que se presenta en ranuras de tiempo asignables, en forma de paquetes.

La información de señalización incluye el/los número(s) de identificación de las partes llamadas, código, perfil de servicio y código de autenticación, etc. La información de control incluye información de encaminamiento (es decir, qué estación base, estación de transferencia, designación de antena), niveles de potencia, tráfico de activación o de desactivación, mensajes de traspaso, etc. Una gran cantidad de esta información se transmite antes de que la información de usuario (tráfico de voz de telefonía) comience a pasar por el circuito, si bien se pasa también una cantidad significativa de información durante el tiempo que el tráfico de voz de telefonía se encuentra en realidad en el circuito. Se requiere un canal de control independiente incluso después de que se haya completado la conexión con el usuario. La función de estación base traduce esta información al protocolo que se requiere para actuar como interfaz con la interfaz aérea de TDMA y proporciona un espectro de radio de TDMA en la interfaz W. La estación de transferencia convierte el protocolo de TDMA en un protocolo de interfaz aérea con diversidad en espacio / en tiempo triple, de CDMA y estructurado en ranuras de tiempo, y transmite esta señal en primer lugar por la antena A, a continuación por la antena B y, por último, por la antena C (figura 14).

El módulo 1404 de estación base y estación de transferencia (B-T) combinadas, situado de forma central, combina la función de la estación base y la de la estación de transferencia y convierte la señal que aparece en A' en la interfaz aérea con diversidad triple de CDMA estructurada en ranuras de tiempo. Puede conseguirse un módulo combinado B-T mediante la combinación directa de equipos independientes, o bien pueden integrarse los módulos desarrollados para el uso combinado de la estación base y la estación de transferencia. La señal de CDMA se ramifica a la salida de la estación de transferencia o a la salida del módulo B-T, tal como se muestra en las figuras 15 y 16. En el caso de las estaciones de transferencia que están conectadas a las respectivas antenas por tres cables diferentes, la salida simplemente se conmuta en el instante apropiado. Cuando se usa un único cable para llegar a todas las antenas, la salida de la estación de transferencia se hace saltar en frecuencia en el momento apropiado, al cambiar la frecuencia del sintetizador a la frecuencia asignada de la antena. El módulo B-T es ágil en frecuencia de forma similar.

Es importante observar que la información de usuario se reproduce o se copia en cada una de las tres ranuras de tiempo, pero que el código de PN continúa en ejecución y es diferente durante cada ranura de tiempo. Por lo tanto, la repetición no es la misma que en el caso de la imitación de múltiples trayectos o de múltiples trayectos emulados. El generador de PN simplemente sigue en ejecución sin almacenar o restablecer la secuencia. Hacer funcionar el código de PN de forma continua es más simple de llevar a la práctica, en comparación con iniciar de nuevo una secuencia de PN.

En la siguiente exposición se ha supuesto que las ranuras de tiempo se suceden una inmediatamente detrás de otra; esto no es, no obstante, necesario a condición de que el receptor tenga un conocimiento *a priori* de la secuencia de saltos. En la realización preferida, el B-T transmite en dos ranuras de tiempo contiguas y, a continuación, permanece a la escucha de la señal de respuesta a partir del terminal de usuario. Durante la ranura de tiempo de transmisión de usuario, el terminal de usuario indica al módulo B-T que no envíe la tercera ranura de tiempo de diversidad si las dos primeras ranuras de tiempo han proporcionado un rendimiento adecuado y no es necesaria una medición de la posición. El uso únicamente de la diversidad doble reduce la interferencia para los demás usuarios y deja libre el receptor del usuario para realizar otras funciones.

Un enfoque alternativo es la utilización de un código de corrección de errores en sentido directo de 1/3 que se ensancha a lo largo de las tres ranuras. El uso de tal codificación proporciona un rendimiento mejorado si las estadísticas de errores durante cada una de las ranuras de tiempo son prácticamente la misma. Si una ranura de tiempo empeora de forma significativa, y puede identificarse como mala, puede ser mejor ignorar la ranura de tiempo mala y solicitar un traspaso de antena para reemplazar esa ranura de tiempo, en el caso de que continúe el

rendimiento deficiente. Debido a que se espera que las estadísticas de canales con diversidad real den como resultado unas estadísticas de ranuras de tiempo desiguales, la alternativa preferida es no usar un código de corrección de errores en sentido directo en las tres ranuras de tiempo. Incluso aunque se encuentren únicamente incluidos dentro de cada ranura de tiempo códigos de detección y corrección de errores, es posible usar códigos de corrección de errores en sentido directo a lo largo de múltiples ranuras de tiempo.

Cada antena, suponiendo que haya datos que transmitir, transmite durante cada una de las ranuras de tiempo. Debido a que los datos se transmiten tres veces, existirán tres señales de CDMA que se transmiten en cada ranura de tiempo, para cada módulo asignado a esa antena. Si existen 4 módulos asignados a la antena, de manera que 4 módulos dan soporte a 24 usuarios en cualquier momento dado, existirán 12 señales de CDMA que emanan de la antena en cada ranura de tiempo (véanse las figuras 11A, 11B). Si el factor de utilización es, aproximadamente, de un 50 %, entonces solo estarán transmitiendo en realidad seis señales de CDMA y, si la tercera ranura de tiempo no se requiere de un 20 % a un 25 % del tiempo, solo se transmitirán de 4 a 5 señales de CDMA en un momento dado. Se usan las mismas antenas para el lado de recepción, o enlace inverso (del usuario a la estación de transferencia).

Tal como se ha indicado anteriormente, el terminal de usuario de CDMA transmite solo durante una ranura de tiempo, y la estación de transferencia recibe de forma simultánea esa transmisión por esas mismas tres antenas, lo que da como resultado una diversidad en espacio triple en el receptor. Las tres señales de recepción llegan a la estación de transferencia, o módulo B-T, o bien por hilos independientes, o bien a diferentes frecuencias, tal como se muestra en las figuras 15 y 16, y se procesan o se tratan por separado. Estas señales tratadas se suman entre sí usando combinadores de probabilidad máxima. La S/I desde cada trayecto de antena se mide y se guarda en memoria a lo largo de un intervalo de por lo menos diez ranuras de tiempo. El registro de las estadísticas de señales se usa por el procedimiento de combinación de probabilidad máxima. Las estadísticas de señales almacenadas son también de utilidad en el procedimiento de decisión para ejecutar un traspaso a otras antenas.

El procedimiento de traspaso para la red de cable de B-T está basado en la señal recibida desde cada una de las antenas. El procesador central recibe información acerca de la calidad de los enlaces en ambos sentidos. En el enlace en sentido directo, recibe información a partir del receptor de CDMA de usuario, que funciona en ese enlace durante una ranura de tiempo asignada que está identificada con una antena particular. En el enlace en sentido inverso, recibe información acerca de los trayectos independientes a través de diferentes antenas. La información acerca de la calidad de los trayectos que pasan por una antena concreta, puede evaluarse y compararse con otros trayectos actuales a través de antenas diferentes, y con otros trayectos nuevos que el terminal de usuario está buscando continuamente. Cuando un trayecto actual dentro de una ranura de tiempo concreta continúa deteriorándose y se encuentra disponible un trayecto mejor, el controlador central asigna un nuevo trayecto (antena) al terminal de usuario y notifica al terminal de usuario que lo ha hecho.

El procedimiento de traspaso para la estación de transferencia es similar, excepto porque el traspaso es, en general, entre estaciones de transferencia, en vez de entre antenas. Cuando se traspasan desde una estación de transferencia a otra estación de transferencia, las tres antenas asociadas con una estación de transferencia particular se traspasan con la estación de transferencia. Pueden implementarse unas pocas estaciones de transferencia con antenas ampliamente separadas. En el caso de que existan estaciones de transferencia con antenas ampliamente separadas, también puede usarse el procedimiento de traspaso que se describe para el módulo B-T.

Descripción operativa: Un nuevo abonado enciende su terminal de usuario de CDMA y realiza una exploración de los códigos de sincronización hasta que capta un código de sincronización. El terminal de usuario de CDMA inicia entonces un mensaje de registro. La estación de transferencia recibe este mensaje y lo pasa al controlador central, que da acuse de recibo del mismo con un mensaje de acuse de recibo enviado de vuelta al terminal de usuario. El controlador central se dirige hasta el registro doméstico del nuevo terminal y obtiene el perfil de usuario, y lo coloca en el archivo para usuarios activos. El nuevo usuario está ahora registrado y todas las llamadas se remitirán a esta nueva región de servicio.

Existen 28 códigos de sincronización diferentes, y se asigna un código de sincronización a cada área. Las 28 áreas conforman una región y los códigos se repiten en la siguiente región. A las estaciones de transferencia contenidas en un área se les proporcionan diferentes desplazamientos o puntos de partida para su código particular. Por lo tanto, cada estación de transferencia, o antena ampliamente separada, tiene un código identificable. El controlador central sabe a través de qué antena, o estación de transferencia, se registró el nuevo usuario, de tal modo que el controlador encaminará toda la información al nuevo usuario a través de ese nodo. El controlador central también proporcionará al nuevo usuario un conjunto de códigos, o puntos de partida diferentes en su código actual, para buscar con el fin de identificar trayectos de diversidad o candidatos al traspaso. El nuevo usuario continúa supervisando el canal de sincronización y control durante la mitad de sus ranuras de tiempo. En la otra mitad de sus ranuras de tiempo, este explora en busca de mejores canales de sincronización.

El usuario se radiobusca a distancia en el canal de control y se le proporciona un CDMA y una asignación de ranura de tiempo que él inicia, de tal manera que esté listo para el comienzo de la llamada. Cuando el usuario solicita servicio, a este se le proporciona también un código de CDMA y una asignación de ranura de tiempo durante toda la

duración de la llamada. El terminal de usuario permanece en este estado hasta el final de la llamada, a menos que se debilita la señal por uno o por toda la diversidad de trayectos. Debido a que el receptor de usuario está continuamente evaluando las señales entrantes y explorando en busca de mejores trayectos nuevos, sabrá si un trayecto se está deteriorando e notificará al controlador esta situación, así como una lista de los mejores candidatos. El controlador central indicará un traspaso y el terminal de usuario se dirigirá al nuevo código de CDMA y ranura de tiempo. Ninguna parte de esta actividad es detectable por el usuario final.

Al comienzo de cada ranura de tiempo, existe una corta sección sin modular, carente de información de usuario, que se usa para la resincronización y el ajuste del alcance, seguida por una corta sección de mensaje de control. Estas cortas ráfagas se envían exista o no información de usuario que enviar. Si no hay ninguna información de usuario que enviar, el mensaje de control confirma esto y la potencia del transmisor se reduce en 10 dB para la parte de información de usuario de la ranura de tiempo. Ha de observarse que están disponibles cuatro ranuras de tiempo en el canal directo para pasar información de usuario, dependiendo de los acuerdos a los que se haya llegado entre el usuario y el controlador central. Estas ranuras tal como se ha descrito anteriormente pueden desactivarse para que otros usuarios tengan acceso a capacidad adicional. Las múltiples ranuras de tiempo pueden usarse para mejorar la diversidad o para enviar velocidades de datos incrementadas, múltiples canales de datos o un canal de gráficos, junto con un canal de voz. Es también posible la posibilidad de extensión a varias partes en una llamada de conferencia.

20 PROCESAMIENTO DE UBICACIÓN; figuras 20, 21, 22, 23

La figura 20 muestra los enlaces radioeléctricos de la figura 1 o de la figura 4, y en la misma el coche y su antena se representan por la antena de usuario U. Los enlaces radioeléctricos se han estructurado en ranuras de tiempo tal como se muestra en la figura 10A. El enlace radioeléctrico AU está estructurado en ranuras de tiempo y se representa durante la ranura de tiempo 1. El enlace radioeléctrico BU también se ha estructurado en ranuras de tiempo y está presente durante la ranura de tiempo 2. El enlace radioeléctrico CU se ha estructurado también en ranuras de tiempo y está presente durante la ranura de tiempo 4. El enlace radioeléctrico AU establece la distancia absoluta desde U a la antena A. La distancia a la antena A constituye una referencia para medir la diferencia de longitudes de trayecto entre los enlaces radioeléctricos AU y BU. De forma similar, la longitud de trayecto del enlace radioeléctrico AU se usa también como referencia para medir la diferencia de longitudes de trayecto entre los enlaces radioeléctricos AU y CU.

Debido a que la aparición en el tiempo del vector de todo unos (para sincronización) es la misma en las tres antenas, las distancias a las tres antenas pueden deducirse a partir de la diferencia entre los tiempos de llegada respectivos del vector de todo unos dentro de cada ranura de tiempo. El centro de ubicación, teniendo las coordenadas geográficas físicas de las tres antenas, calcula la posición de la antena U de los usuarios.

La geometría de la determinación de la posición se ha mostrado en las figuras 20, 21, 22 y 23. La primera medición de distancia AU ubica al usuario en algún lugar de un círculo A, en la figura 21. La segunda determinación de distancia ubica al usuario también como situado en algún lugar de un círculo B. Las únicas posiciones para las que esto puede ser cierto son donde los círculos se cortan entre sí, en los puntos X y Z. Por lo tanto, su posición se ha reducido a dos puntos posibles. La tercera determinación de distancia ubica al usuario en algún lugar de un círculo C. Debido a que el usuario se encuentra también en el círculo C, debe estar en el punto Z. La obtención de distancias adicionales a otras antenas confirma el primer conjunto de mediciones y, en muchos casos, mejora la precisión. Si el terreno presenta variaciones significativas de altura, los círculos de distancia constante se convierten en esferas de distancia constante y las mediciones añadidas eliminan cualquier ambigüedad que pudiera causarse al añadir la tercera dimensión. El centro de procesamiento para la ubicación de la posición convierte estas coordenadas en instrucciones manejables por el usuario. Las mediciones de distancia por el sistema de CDMA se obtienen como sigue:

1. El pseudocódigo de ruido, a medida que este se tiende entre A y U para actuar como vara de medir. El tiempo necesario para la propagación entre A y U permite muchos chips, el tiempo de propagación en microsegundos, multiplicado por la velocidad de chips, en millones de chips, para representar la longitud del enlace o para "almacenarse" en el enlace durante la propagación de señal. Véase la figura 20.
2. Existen dos formas de aumentar el número de chips que caben en el trayecto de propagación. Una es aumentar la longitud del trayecto y la otra es acelerar la velocidad del reloj de generación de chips. Incrementar la velocidad del reloj de generación de chips es análogo a marcar una regla con una escala menor. Por lo tanto, un aumento en la velocidad del reloj de generación de chips almacena más chips en el retardo de trayecto y permite la posibilidad de realizar mediciones más precisas.
3. La longitud del trayecto desde la antena A hasta el terminal U de usuario y de vuelta a la antena A puede medirse transmitiendo desde A, retransmitiendo entonces el mismo código de PN, con la fase de llegada, desde el terminal U de usuario, y comparando la señal repetida a medida que esta se recibe de vuelta en la antena A, con la señal que se había transmitido previamente a partir de la antena A. Si se retarda la señal original hasta que coincide, chip con chip, con la señal recibida, en A, y se cuenta el número de

chips que están desplazadas, el retardo total es proporcional a dos veces la distancia entre la antena A y la antena U.

- 5 4. La precisión de la medición de la distancia es, aproximadamente, 1/4 del número de pies (0,076 del número de metros) que representa un solo chip. El factor 1/4 de chip es una restricción de implementación determinada por el grado de precisión con el que se detecte y efectúe el seguimiento del pico de correlación. Es posible reducir este error mediante técnicas de autocorrelación, pero el factor 1/4 de chip es una resolución realista.
- 10 5. Para determinar la longitud del trayecto entre la antena A y el terminal U de usuario, tal como se ha descrito en el párrafo 3 anterior, la figura 22 muestra las señales 2202 transmitidas y las señales 2204 recibidas en la antena A. Para una velocidad del reloj de generación de chips de 10 millones de chips por segundo, cada chip representa aproximadamente 30,40 m (100 pies). El retardo de 51 chips entre las señales transmitida, 2202, y recibida, 2204, representa el tiempo requerido por una onda de radio para completar un trayecto de ida y vuelta entre la estación de abonado y la estación de transferencia. La mitad del retardo del trayecto de ida y vuelta, o 25,5 chips, representa la distancia hasta la antena. De este modo, la distancia desde la antena A hasta la antena U de terminal de usuario, por ejemplo, en la figura 22, es $(51 \times 30,48) / 2 = 777,24$ metros ($(51 \times 100) / 2 = 2.550$ pies). La precisión en la medición de la distancia es más o menos 7,62 m (25 pies (100 pies/4)).
- 20 6. Por lo tanto, la distancia AU se mide con bastante precisión. Tal como se ha descrito anteriormente, el receptor usa un único receptor para todas las ranuras de tiempo. Aunque el receptor de abonado se encuentra a la escucha de la ranura de tiempo uno, está funcionando en combinación con la estación base para repetir la forma de onda recibida, con la misma fase y sin retardo a través del terminal de usuario. El receptor de la estación base, tal como se ha descrito anteriormente, compara la fase recibida con la fase transmitida para determinar la distancia absoluta. La estación base transmite entonces el valor de la distancia, medido de este modo, al terminal de usuario, donde se almacena para su recuperación y uso futuros. Tal como se ha hecho notar anteriormente, lo importante es la fase de la forma de onda, si el punto de partida, el vector de todo unos, se mantiene a través del terminal de usuario, puede sustituirse un nuevo código de PN similar en el enlace en sentido inverso. Un código similar puede incluir ese mismo código, con un desvío de un desplazamiento definido.
- 25 7. Los mismos procedimientos de medición en sentido directo e inverso que se describen anteriormente pueden usarse para obtener las otras dos distancias (a las antenas B y C), de manera que los resultados también se almacenan en la memoria situada en la estación de usuario. No obstante, no es necesaria una medición de la distancia directa a las tres antenas. Véase la figura 23. El mismo receptor recupera información por los tres trayectos. Al hacer esto, el receptor se ajusta a la diferencia de longitudes de trayecto al comienzo de cada ranura de tiempo. Una vez que se ha llevado a cabo el ajuste, la primera vez que el receptor usa esta antena como canal de información, el código se almacena y se conserva en la memoria hasta que la radio retorna a esta ranura de tiempo, con lo que se extrae de la memoria y se usa como punto de partida para los bucles de seguimiento. Por lo tanto, el receptor está manteniendo, esencialmente, tres conjuntos independientes de parámetros de receptor, que emulan tres receptores diferentes, un conjunto de parámetros para la ranura de tiempo 1, un conjunto diferente para la ranura de tiempo 2 y un conjunto diferente más para la ranura de tiempo 3. Las distancias a la antena B y a la antena C pueden determinarse sumando o restando el desplazamiento, medido en chips, con respecto al valor de distancia absoluta medio en el enlace AU. En realidad, el desplazamiento se determina antes de usar la ranura de tiempo por primera vez como canal de información, y esta determinación se lleva a cabo en el procedimiento de búsqueda de nuevos trayectos para el traspaso. El retardo y la medida de la calidad de la señal se determinan y mantienen en el archivo de objetivos de traspaso potenciales. Estas medidas de desplazamiento de retardo también se usan como medidas de distancia adicionales en el procedimiento de ubicación de la posición.
- 35
- 40
- 45
- 50

En particular, prosiguiendo con el ejemplo anterior, la señal 2302 transmitida en la antena A representa una distancia de 25,5 chips desde la antena A hasta la antena U de terminal de usuario. La señal 2304 recibida en la antena U, a partir de la antena A, se usa como referencia para medir el tiempo de llegada relativo de las señales a partir de las antenas B y C, ajustado para las diferentes ranuras de tiempo en las que estas señales están ubicadas.

Debido a que el sincronismo para las ranuras de tiempo 1, 2 y 3 es secuencial, los patrones o configuraciones de chip en tiempo real para las ranuras 2 y 3 no se solapan. No obstante, después del ajuste para los retardos de las ranuras de tiempo, la relación de sincronismo es tal como se muestra en la figura 23. Ajustada de este modo para la diferencia de ranuras de tiempo, la señal 2306 recibida, a partir de la antena B, en la antena U de terminal de usuario, se recibe con una antelación (es decir, desplazada con respecto a señal a partir de la antena A) de 8 chips. De forma similar, la señal 2308 recibida, a partir de la antena C, en el terminal U de usuario también se recibe con una antelación (es decir, desplazada con respecto a la señal a partir de la antena C), pero de 6 chips. Las señales recibidas pueden estar, o bien retardadas o bien adelantadas (es decir, tener un retardo positivo o negativo) con respecto a la señal de referencia 2304. Una recepción por adelantado indica que la antena (B o C) está más cerca

de la antena A. A la inversa, una recepción con retraso indica que la antena (B o C) está más alejada que la antena A.

En la figura 23, la distancia desde la antena B a la antena U es de $25,5 - 8 = 17,5$ chips. En metros, 17,5 chips son $17,5 \times 30,48 = 533,40$ metros ($17,5 \times 100 = 1.750$ pies), la longitud del trayecto BU. La distancia desde la antena C hasta la antena U es de $25,5 - 6 = 19,5$ chips. En metros, 19,5 chips son $19,5 \times 30,48 = 594,36$ metros ($19,5 \times 100 = 1.950$ pies) = longitud del trayecto CU. El terminal de usuario puede estar situado en Z, la intersección del círculo A a 685,8 metros (2.250 pies) de la antena A, del círculo B a 533,4 metros (1.750 pies) de la antena B, y del círculo C a 594,36 metros (1.950 metros) de la antena C.

Como alternativa, puede llevarse a cabo una medición de la posición calculando la intersección de dos hipérbolas. La primera hipérbola es el lugar geométrico de todos los puntos que tienen una diferencia de distancias fija desde dos focos, que es proporcional a la diferencia de retardos entre la antena A y la antena B. La segunda hipérbola es el lugar geométrico de todos los puntos que tienen una diferencia de distancias fija desde dos focos, que es proporcional a la diferencia de retardos entre la antena B y la antena C (o entre la antena A y la antena C). Las antenas A y B son los focos de la primera hipérbola, en tanto que las antenas B y C son los focos de la segunda hipérbola. De este modo, la posición del abonado puede calcularse sin que sea necesario un intercambio en ambos sentidos entre el terminal de usuario y la estación de transferencia para establecer una primera medición de distancia.

SERVICIOS de ubicación; figuras 18, 19

Debido a que el receptor de la estación de abonado está recibiendo información por tres trayectos diferentes que parten de posiciones conocidas, la información para la ubicación de la posición se deduce midiendo el tiempo de llegada de los mensajes con respecto a una referencia de tiempo fija. La precisión de la medición depende de la velocidad de generación de chips, pero una velocidad de generación de chips de 10 millones de chips por segundo ofrece bastante precisión. Existen diversas maneras en las que se puede llevar a cabo la medición de la posición y su visualización, dependiendo de cuánta capacidad de procesamiento esté disponible en el terminal de usuario. La elección también depende de quién usará en realidad la información. Esta puede ser bastante pasiva, usando solo la información del desplazamiento relativo de los chips, y obteniendo una referencia de la celda actual. El usuario puede deducir localmente y visualizar su posición, de forma similar al uso de un satélite de GPS.

Un receptor de GPS visualiza la lectura de la longitud y la latitud. La información de posición también puede enviarse de vuelta a un centro de procesamiento que proporcione un servicio a un usuario. El centro de procesamiento convierte las coordenadas de longitud y latitud en una posición que tiene un significado geográfico, tal como un número de bloque de una calle concreta.

La medición de la posición geográfica local es atractiva, en particular, para la gente preocupada por su seguridad o por problemas de salud. O bien el gestor del centro de servicio puede notificar a la policía o a un familiar designado, o bien el centro de servicio puede incluir, como parte de una cuota de servicio especial, el personal adecuado para hacerse cargo de circunstancias irregulares. Por supuesto, el centro de servicio puede también, por una tarifa nominal, decir a una persona su posición en la calle y proporcionar instrucciones sobre cómo llegar a una dirección de destino deseada. Estos servicios pueden proporcionarse a usuarios que son peatones o que se desplazan en vehículos. Las instrucciones de destino pueden darse en la forma de un conjunto de direcciones detalladas de una vez, o en indicaciones específicas que surgen de forma continua en los cruces, a medida que el usuario se desplaza por la ruta sugerida. Las indicaciones pueden adoptar la forma de una instrucción de voz o una visualización de texto que indica al usuario que gire a la derecha en el siguiente cruce. Un camión de reparto, taxi, ambulancia o camión de bomberos puede disponer de una pantalla especial que muestre un mapa local con instrucciones escritas sobre él. Las instrucciones también pueden ser modificadas a medida que varía la congestión del tráfico. Los beneficios del presente sistema son un incremento significativo de la seguridad pública, de la comodidad y de la productividad.

En las configuraciones de sistema que se describen anteriormente, la separación entre antenas se establece de modo que sea suficiente para ofrecer una capacidad de ubicación de la posición precisa. Gracias al emplazamiento de las antenas para obtener trayectos independientes que sean suficientes para evitar un desvanecimiento plano como consecuencia de obstáculos interpuestos, entonces la separación también es suficiente para reducir el error de triangulación a un número muy pequeño. El incremento de costes como consecuencia de incluir la optimización de una capacidad de ubicación es nominal.

El procesamiento para la ubicación de la posición se lleva a cabo por un tercer proveedor que posee y gestiona el centro de ubicación de la posición. El servicio de ubicación puede desempeñarse de diversas maneras. El enfoque preferido es hacer que el terminal de usuario sea el repositorio para toda la información de ubicación, a través de la constitución y el mantenimiento de un archivo de ubicación. El centro para la locación de la posición pregunta al terminal de usuario a través de la red de telefonía pública conmutada normal (preferiblemente, de paquetes) cuando necesita información. Preferiblemente, se usa una provisión para encriptación o cifrado durante la transmisión, y un código de acceso para privacidad. El terminal de usuario también puede enviar información de ubicación al centro de ubicación, asimismo a través de la red de telefonía pública conmutada, sensible a la activación por el usuario. Por ejemplo, cuando el usuario pulse un botón de alarma, la radio enviará el mensaje de alarma, junto con la información

de ubicación, al centro de ubicación. El centro de ubicación responderá de acuerdo con direcciones preestablecidas y con el nivel del servicio suscrito. Debido a que la radio del terminal de usuario desarrolla la información de desplazamiento del código de forma interna, la única información adicional que el sistema celular necesita proporcionar al terminal de usuario es la distancia, en un viaje en un solo sentido o de ida y vuelta, desde el usuario hasta una de las estaciones base / antenas. La información de distancia, que se proporcionará como una característica de servicio al usuario, debe identificar la estación base / antena. Todas las mediciones han de realizarse dentro de una ventana de tiempo de 100 milisegundos, o el error como resultado del movimiento del vehículo entre mediciones se hará excesivo. Para vehículos detenidos o peatones, la ventana de tiempo para realizar mediciones de ubicación puede ser mucho más larga, debido a que hay un movimiento escaso o nulo entre las mediciones. Por consiguiente, la medición de distancia enviada por el sistema al terminal de usuario incluye la distancia en pies (en metros), el tiempo en milisegundos y la identidad de la entidad que realiza la medición. Al recibir el mensaje de distancia, el terminal de usuario almacena el mensaje y lleva a cabo mediciones de desplazamiento de código para diversas antenas diferentes, y, si los niveles de la señal son adecuados, almacena la información compuesta en el archivo de ubicación. El archivo de ubicación se conserva hasta que se recibe, por la radio del terminal de usuario, un nuevo mensaje de distancia, con lo que la radio del terminal de usuario lleva a cabo de nuevo las mediciones de desplazamiento de código y actualiza el archivo de ubicación.

Cuando el centro de ubicación pregunta a la radio del terminal de usuario acerca de su ubicación o posición, la radio envía el contenido del archivo de ubicación. El centro de ubicación procesa o trata estos datos y los convierte en datos de mapa o cartográficos muy precisos, ubicándolos en una calle concreta (que puede visualizarse en un mapa callejero típico). El sistema mide la distancia al abonado normalmente una vez por minuto cuando el abonado se encuentra en el modo de recepción activo, con el receptor conectado, esperando su radiobúsqueda. El periodo entre mediciones es variable y puede ser ajustado de acuerdo con las necesidades del usuario. El sistema envía esta nueva distancia a la estación de abonado, la cual la coloca en el archivo e introduce con ella nuevas mediciones de desplazamiento de código. Si el abonado está manteniendo una conversación, el terminal de usuario está transmitiendo, la estación base realiza una medición cada diez segundos y, si la distancia cambia más de 30,48 metros (cien pies), el sistema envía un mensaje a la estación de abonado. Siempre que el terminal de usuario reciba una medición de distancia, este añade las mediciones de desplazamiento de código local y actualiza el archivo.

Puede observarse que el archivo de ubicación de terminales de usuario se actualiza por lo menos cada minuto y más a menudo si está justificado. Por lo tanto, el sistema puede conocer la posición de cualquier usuario activo dentro de una distancia de aproximadamente 30,48 metros (100 pies). Son ciertamente posibles una mejor precisión y una actualización más frecuente, pero, debido a la carga en los enlaces de datos, el número de abonados que reciben un rendimiento mayor debe ser la excepción en lugar de la regla. Siempre que el usuario pulse el botón de alarma de su terminal portátil, el terminal transmite el contenido del archivo de ubicación tres veces, lo que es una duración suficiente como para que el sistema lea una nueva distancia y envíe un mensaje al terminal de usuario. El terminal de usuario realiza varias mediciones de desplazamiento y envía el nuevo archivo de ubicación tres veces. El mensaje de alarma se repite cada treinta segundos, hasta que la batería se agota. La radio de terminales de usuario puede tener un módulo añadido (con su propia batería) que emite un tono audible cada vez que se transmite el mensaje de alarma de radio.

El sistema genera información de ubicación sin procesar en el terminal de usuario, que ha de convertirse en datos cartográficos legibles por una persona. En general, las lecturas básicas de longitud, latitud, o ángulo y distancia son precisas. No obstante, existe la necesidad de que una tercera parte traduzca estos datos a un formato que el gran público pueda usar rápidamente, como un negocio de servicios. Debido a que el terminal de usuario tiene la información de ubicación básica, esta puede proporcionarse a cualquier entidad autorizada que la solicite del terminal de usuario. El centro de procesamiento de ubicación pregunta periódicamente a los terminales de usuario abonados y mantiene un archivo sobre su ubicación o posición en ese momento. Uno de los posibles servicios para abonados con problemas de salud es un sistema de supervisión durante el ejercicio. Si el abonado se detiene en una posición inusual durante un intervalo de tiempo excesivo y no pulsa el botón de alarma, el operador del centro de ubicación podría solicitar signos o constantes vitales y enviar un profesional médico al abonado detenido. Si se trata de una emergencia, el operador del centro de ubicación conoce la posición del abonado con el fin de enviar ayuda. Por otra parte, cuando se pulsa el botón de alarma, el mensaje de alarma se dirige al centro de ubicación, donde están equipados para hacerse cargo de tales emergencias. La capacidad de efectuar un seguimiento de los terminales de usuario y proporcionar ayuda como resultado de alguna acción es útil para muchas aplicaciones. El seguimiento de coches robados, la identificación de los atascos, la evitación de que las ambulancias se pierdan y el aviso de vandalismo son solo unos pocos ejemplos de la aplicación de la presente invención.

El sistema ciertamente requiere, en particular en su configuración distribuida tal como se ha descrito anteriormente, una referencia de tiempo cero consistente a través de las diferentes antenas de estación base. El hecho de tener a disposición una referencia de tiempo cero reduce de forma significativa el tiempo requerido para resincronizar a medida que la señal salta de una antena a otra, y también ayuda en el procedimiento de búsqueda y traspaso. La capacidad de aplicación a la ubicación que se describe anteriormente permite que el sistema realice periódicamente una autocalibración, al colocar varios de los terminales de usuario, tal como se ha descrito anteriormente, en unas posiciones fijas y determinar el ajuste de tiempo cero apropiado para estas posiciones. Al mantener la respuesta correcta en el procesador central, a medida que el sistema explora estos puntos de comprobación, obtendrá una

indicación de error en el caso de que el sistema esté fuera de calibración. Los mismos puntos de comprobación se usan para mostrar el retardo efectivo durante el procedimiento donde se introduce un retardo variable al aumentar o reducir el retardo del sistema en uno o más de los trayectos de señal, en el procedimiento de recalibración o ajuste.

5 El procedimiento de calibración puede automatizarse con facilidad. La automatización puede implementarse de dos maneras. El primer enfoque es explorar los puntos de comprobación cada minuto y determinar cualquier error que se haya desarrollado. Si este error llega a un nivel significativo, el sistema de comunicación contacta con el centro de ubicación y proporciona al centro las correcciones que es necesario añadir como factores en los cálculos para la ubicación de la posición. Este último enfoque requiere una estrecha coordinación entre el sistema de comunicación y el centro de ubicación de la posición. Sería deseable un enfoque más autónomo. El propio sistema de comunicación puede mantener por sí mismo el estado "cero" adecuado mediante la exploración de los puntos de comprobación, tal como se ha descrito anteriormente y al tener la capacidad de insertar o extraer un retardo 1806 en el trayecto hacia la antena.

15 La figura 18 ilustra un sistema con autocalibración. Una vez por minuto, el sistema pregunta a cada punto de comprobación 1802. Esto da como resultado una medición de distancia que se envía al punto de comprobación 1802, donde el receptor del punto de comprobación añade las mediciones de desplazamiento de código y envía el contenido del archivo de ubicación al procesador 1804, donde el archivo recibido se compara con un archivo que contiene las medidas correctas. Si la diferencia supera el umbral, el procesador 1804 calcula los cambios en el retardo que se requieren para llevar las mediciones dentro de la tolerancia y hace llegar la corrección al controlador. El controlador mantiene un archivo que incluye el retardo variable 1806 que se ha de insertar para cada antena. El controlador modifica la entrada de retardo del archivo y se realiza una nueva medición para validar la calibración. Las modificaciones que requieren cambios significativos en el retardo son improbables, pero si esto tuviera que ocurrir, el controlador no iniciaría ninguna medición que incluyera la rama que está sometida a recalibración. De este modo, la capacidad de ubicación de posición también proporciona un servicio para el sistema de comunicación. La autocalibración da como resultado una reducción significativa en el coste de instalación y permite el uso de componentes de sistema más económicos.

30 Las comunicaciones relacionadas con la ubicación que se producen entre los dispositivos de antena y el terminal de abonado pueden estar fragmentadas en varios enlaces diferentes. Las funciones que se realizan por estos diferentes enlaces son: 1, la medición de distancia (requiere un enlace en ambos sentidos, pero ausencia de tráfico); 2, el envío de información de medición al terminal de abonado (enlace de datos en un único sentido, excepto para posibles peticiones de retransmisión; 3, la medición del desplazamiento de código (solo requiere que el terminal de usuario esté a la escucha; no se transfiere dato alguno); 4, la transmisión del archivo de ubicación al centro de ubicación o al procesador de comunicación 1804 (los enlaces de datos pueden ser en un solo sentido o en ambos sentidos). La medición de la distancia puede realizarse solo por el sistema y, debido a que requiere un enlace en ambos sentidos, puede hacerse mientras se ha establecido un canal de conversación normal, o bien, si el terminal se encuentra en el modo de escucha, el sistema tiene que establecer una corta conexión con trayecto de ida y vuelta.

40 El enlace en ambos sentidos es necesario debido a que la estación base mide la diferencia de fases de código entre la señal que envía a, y la señal que recibe de, el terminal de usuario. En la figura 18, la función anterior se lleva a cabo en el procesador 1804. En este sentido, el sistema funciona como un radar con un impulso de la anchura de un chip de PN. El mensaje de enlace de datos en un solo sentido que transporta el mensaje de distancia al terminal de usuario, es un único mensaje que incluirá, habitualmente, un código de corrección de errores y que también puede requerir el envío de un mensaje de acuse de recibo de vuelta desde el terminal de usuario a la estación base. El mensaje de acuse de recibo puede enviarse independientemente o adjuntarse como parte de la función de medición de distancia.

50 La información de desplazamiento de código también se coloca en un archivo que es accesible desde el exterior del sistema. Tal como se ha descrito anteriormente, el tiempo del terminal de usuario comparte un receptor por los tres trayectos independientes que parten en diferentes instantes desde las tres diferentes antenas. Por lo tanto, el receptor realiza un seguimiento de tres trayectos independientes, uno después de otro. El código de PN de cada trayecto es el mismo y, tal como se ha descrito anteriormente, el código tiene el mismo tiempo de partida en cada antena pero, debido a la diferencia de distancias a las tres diferentes antenas desde el terminal de usuario, los códigos que llegan al terminal de usuario son de fases de código diferentes. No obstante, debido a que el sistema completa los ciclos muy rápidamente de una antena a otra, el receptor completa ciclos entre las señales recibidas desde cada una de las antenas. Por consiguiente, el receptor mantiene tres estados de partida y bucles de seguimiento independientes para las diferentes ranuras de tiempo. Al final de cada ranura de tiempo, el tiempo exacto se conoce por adelantado, y el estado previo se almacena por el ordenador y se restituye al comienzo de la siguiente ranura de tiempo asignada a la misma antena. De este modo, el procesador está emulando tres receptores diferentes. El receptor se ajusta rápidamente a cualquier ligero desplazamiento o desajuste que se produjese mientras el receptor se encontrase bloqueado con las otras antenas. Obsérvese que el receptor tiene un estado de partida específico. Por lo tanto, la secuencia de PN se ha desplazado para compensar la diferencia de distancias entre el trayecto entre el terminal de usuario y la primera antena y el trayecto entre el terminal de usuario y la segunda antena. La diferencia es el desplazamiento de código, debido a que el desplazamiento de código mide la

diferencia de distancias. De este modo, la distancia a la segunda antena se conoce sin tener que realizar una medición de bucle cerrado (en ambos sentidos). El mismo procedimiento se sigue para la tercera antena.

5 Se dispone de entradas adicionales, en número mayor que tres, en el archivo de ubicación, usando el modo de búsqueda normal que usa la radio del terminal de usuario para identificar candidatos potenciales para el traspaso. La radio del terminal de usuario busca los códigos piloto que parten de las antenas próximas para determinar si alguna de estas antenas tiene mejores señales que una de las tres que se están usando en ese momento. Si es así, el terminal de usuario notifica al sistema que está disponible un buen candidato. El procedimiento de búsqueda se inicia en el estado de la señal de PN que entra desde la ranura de tiempo número uno y, si no se encuentra nada en ese estado, la radio añade un chip a la longitud del trayecto e integra de nuevo. La radio sigue añadiendo chips hasta que encuentra una señal o supera un umbral de distancia. Si supera el umbral de distancia, restituye el generador de PN a un nuevo código piloto y comienza de nuevo a la distancia de desplazamiento 0. Por lo tanto, cuando la radio encuentra una nueva señal piloto, sabe cuántos chips ha añadido antes de tener éxito. El número de chips añadidos es también el desplazamiento de código. El valor de desplazamiento de código, junto con la identidad del código, que determina de manera unívoca la antena, y la indicación de tiempo se introducen en el archivo de ubicación. La radio coloca estas entradas en el archivo de ubicación incluso si no son mejores que las señales vigentes en ese momento. A medida que la radio explora y encuentra nuevas antenas, coloca los cuatro mejores resultados en el archivo de ubicación. A medida que continúa explorando, las entradas antiguas se reemplazan por entradas mejores más recientes.

20 Ahora que la información necesaria se encuentra disponible en el archivo de ubicación del terminal de usuario, puede ponerse a disposición de cualquier solicitante autorizado. Los servicios de ubicación pueden proporcionarse por el operador de comunicaciones o por un proveedor de servicios independiente competitivo. Además, existirán también grandes centros de ubicación privados explotados por los propietarios de grandes flotas. El centro de ubicación 1902 recibe los archivos de posición a través de la red pública conmutada, véase la figura 19. La red puede ser una red conmutada por circuitos o una red conmutada por paquetes. Una red conmutada por paquetes es adecuada y económica para este tipo de aplicación.

25

REIVINDICACIONES

1. Un método para su uso por una estación de transferencia celular de acceso múltiple por división de código, CDMA, (14) que tiene una primera y una segunda antena (A, B), transmitiendo las antenas primera y segunda (A, B) múltiples repeticiones de un mismo paquete de datos, comprendiendo el método:
- 5
- transmitir una primera información de sincronización a partir de la primera antena (A) durante una primera ranura de tiempo, siendo la duración de dicha transmisión de dicha primera información de sincronización menor que la duración de la primera ranura de tiempo;
- 10
- transmitir una segunda información de sincronización a partir de la segunda antena (B) durante una segunda ranura de tiempo, siendo la duración de dicha transmisión de dicha segunda información de sincronización menor que la duración de la segunda ranura de tiempo; y
- transmitir un canal de control que está alineado con la información de sincronización primera y segunda, donde el canal de control se ensancha usando un código de CDMA.
- 15
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde la información de sincronización primera y segunda incluye un código.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde la primera antena (A) y la segunda antena (B) están espacialmente separadas.
- 20
4. Una estación de transferencia celular de acceso múltiple por división de código, CDMA, que comprende:
- una primera antena (A);
- 25
- una segunda antena (B), transmitiendo las antenas primera y segunda (A, B) múltiples repeticiones de un mismo paquete de datos;
- una circuitería que está configurada para transmitir una primera información de sincronización a partir de la primera antena (A) durante una primera ranura de tiempo, siendo la duración de dicha transmisión de la primera información de sincronización menor que la duración de la primera ranura de tiempo;
- 30
- una circuitería que está configurada para transmitir una segunda información de sincronización a partir de la segunda antena durante una segunda ranura de tiempo, siendo la duración de dicha transmisión de la segunda información de sincronización menor que la duración de la segunda ranura de tiempo, donde la primera y la segunda información de sincronización difieren entre las antenas (A, B) de la estación de transferencia (14) y las antenas (A, B) de la estación de transferencia (14) se distinguen usando la información de sincronización; y una circuitería que está configurada para transmitir un canal de control que está alineado con la información de sincronización primera y segunda, donde el canal de control se ensancha usando un código de CDMA.
- 35
5. La estación de transferencia de CDMA (14) de acuerdo con la reivindicación 4, donde la información de sincronización primera y segunda incluye un código.
- 40
6. La estación de transferencia de CDMA (14) de acuerdo con la reivindicación 4, donde la primera antena (A) y la segunda antena (B) están espacialmente separadas.
7. Una estación de abonado celular de acceso múltiple por división de código, CDMA, (42) que recibe múltiples repeticiones de un mismo paquete de datos que comprende:
- 45
- una antena (10) que está configurada para recibir una transmisión de una primera información de sincronización a partir de una estación de transferencia (14) durante una primera ranura de tiempo, siendo la duración de la transmisión de la primera información de sincronización menor que la duración de la primera ranura de tiempo, configurada además la antena (10) para recibir una transmisión de una segunda información de sincronización durante una segunda ranura de tiempo, siendo la duración de la transmisión recibida de la segunda información de sincronización menor que la duración de la segunda ranura de tiempo; y
- 50
- una circuitería que está acoplada con la antena (10) y que está configurada para recibir la información de sincronización primera y segunda, donde la estación de abonado de CDMA (42) está configurada para sincronizarse con la estación de transferencia (14) usando la información de sincronización primera y segunda,
- 55
- una circuitería que está configurada para determinar una información asociada con la estación de transferencia (14) en función de la información de sincronización primera y segunda, donde la primera y la segunda información de sincronización difieren entre las antenas (A, B) de la estación de transferencia (14) y las antenas (A, B) de la estación de transferencia (14) se distinguen usando la información de sincronización; y
- 60
- una circuitería que está configurada para recibir una información de control a lo largo de un canal de control que se ensancha usando un código de CDMA en una pluralidad de ranuras de tiempo.
- 65

8. La estación de abonado de CDMA de acuerdo con la reivindicación 7, donde la información de sincronización primera y segunda incluye un código.

5 9. Un método para su uso en una estación de abonado celular de acceso múltiple por división de código (CDMA) (42) que tiene una antena (10) para recibir múltiples repeticiones de un mismo paquete de datos, comprendiendo el método:

10 recibir una transmisión de una primera información de sincronización a partir de una estación de transferencia (14) con la antena (10) durante una primera ranura de tiempo, siendo la duración de la transmisión recibida de la primera información de sincronización menor que la duración de la primera ranura de tiempo; y

15 recibir, una transmisión de una segunda información de sincronización a partir de una estación de transferencia (14) con la antena (10) durante una segunda ranura de tiempo, siendo la duración de la transmisión recibida de la segunda información de sincronización menor que la duración de la segunda ranura de tiempo; y

sincronizar la unidad de abonado celular de CDMA (42) con la estación de transferencia (14) usando la información de sincronización primera y segunda,

20 donde la primera y la segunda información de sincronización difieren entre las antenas (A, B) de la estación de transferencia (14) y las antenas (A, B) de la estación de transferencia (14) se distinguen usando la información de sincronización;

determinar una información asociada con la estación de transferencia (14) en función de la información de sincronización primera y segunda; y

25 recibir una información de control a lo largo de un canal de control que se ensancha usando un código de CDMA en una pluralidad de ranuras de tiempo.

10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, donde la información de sincronización primera y segunda incluye un código.

FIG. 1

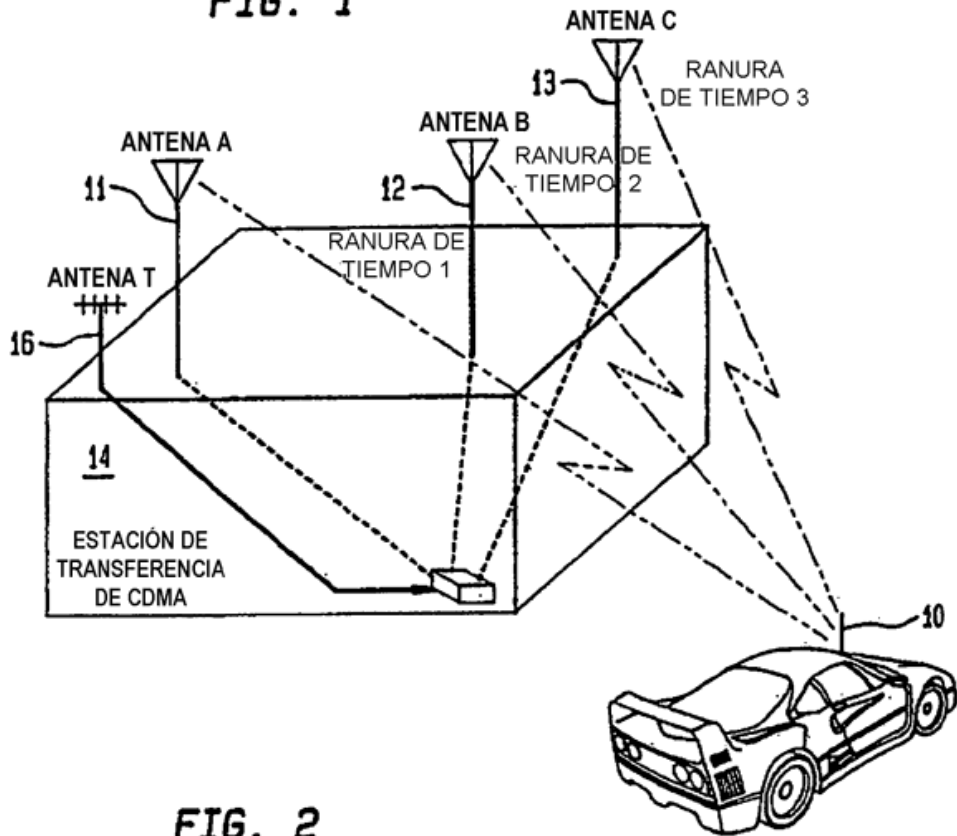


FIG. 2

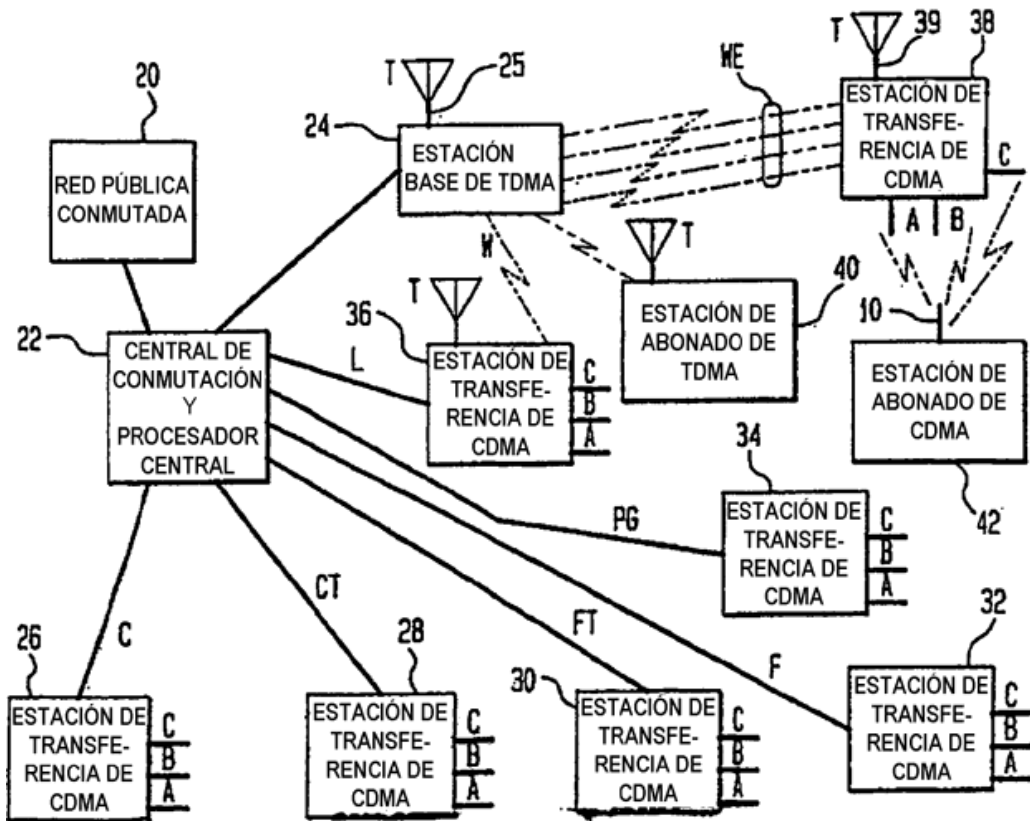


FIG. 3

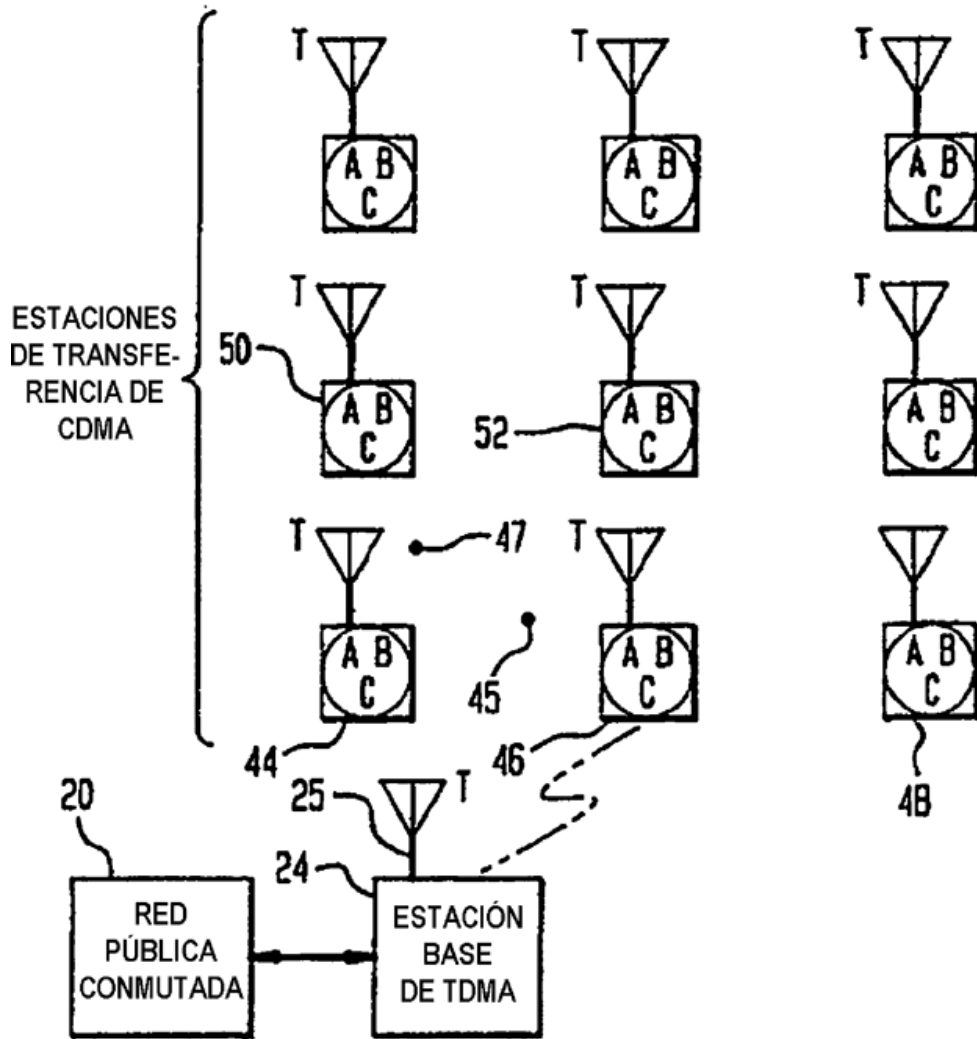


FIG. 4

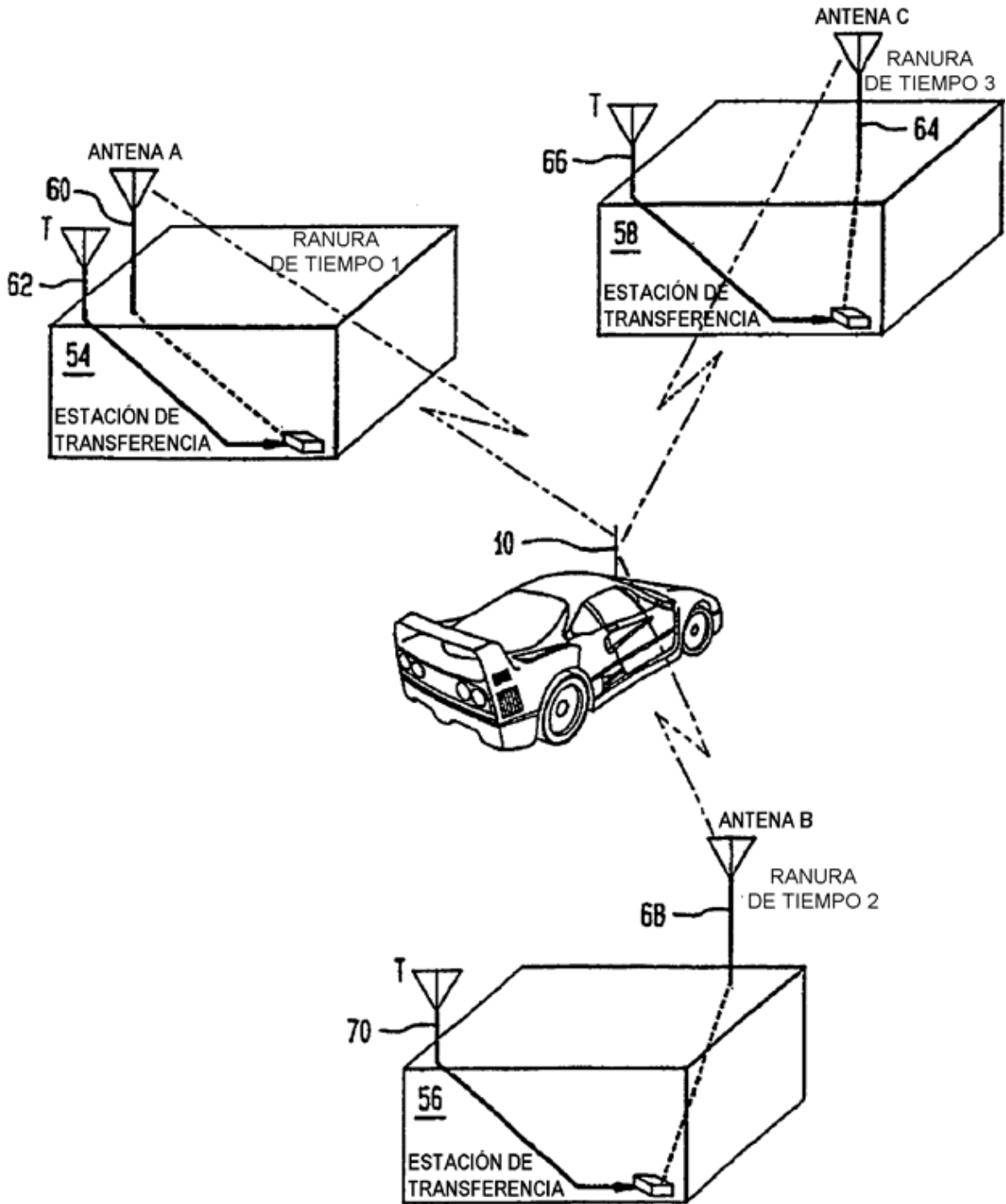


FIG. 5

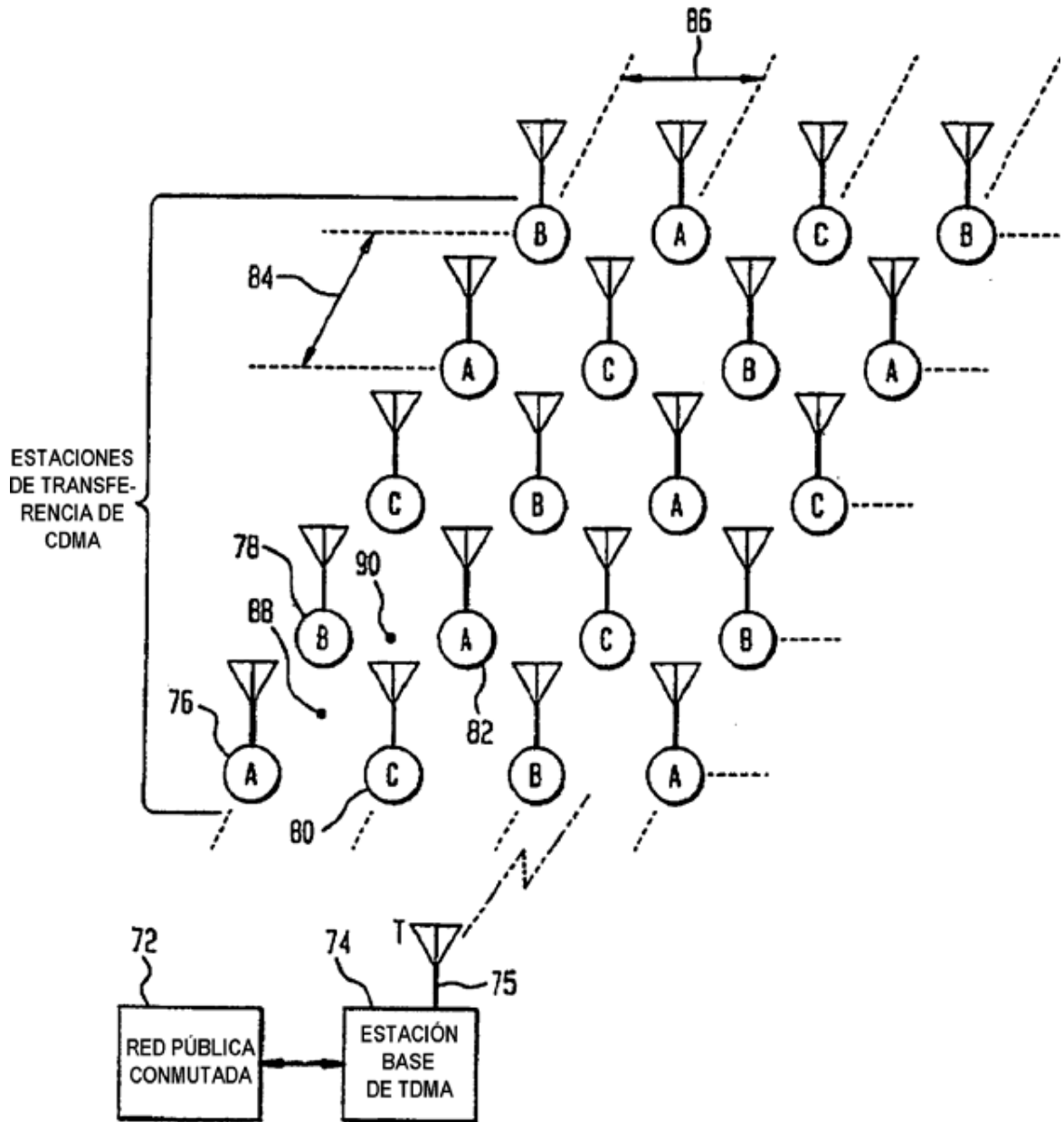


FIG. 6

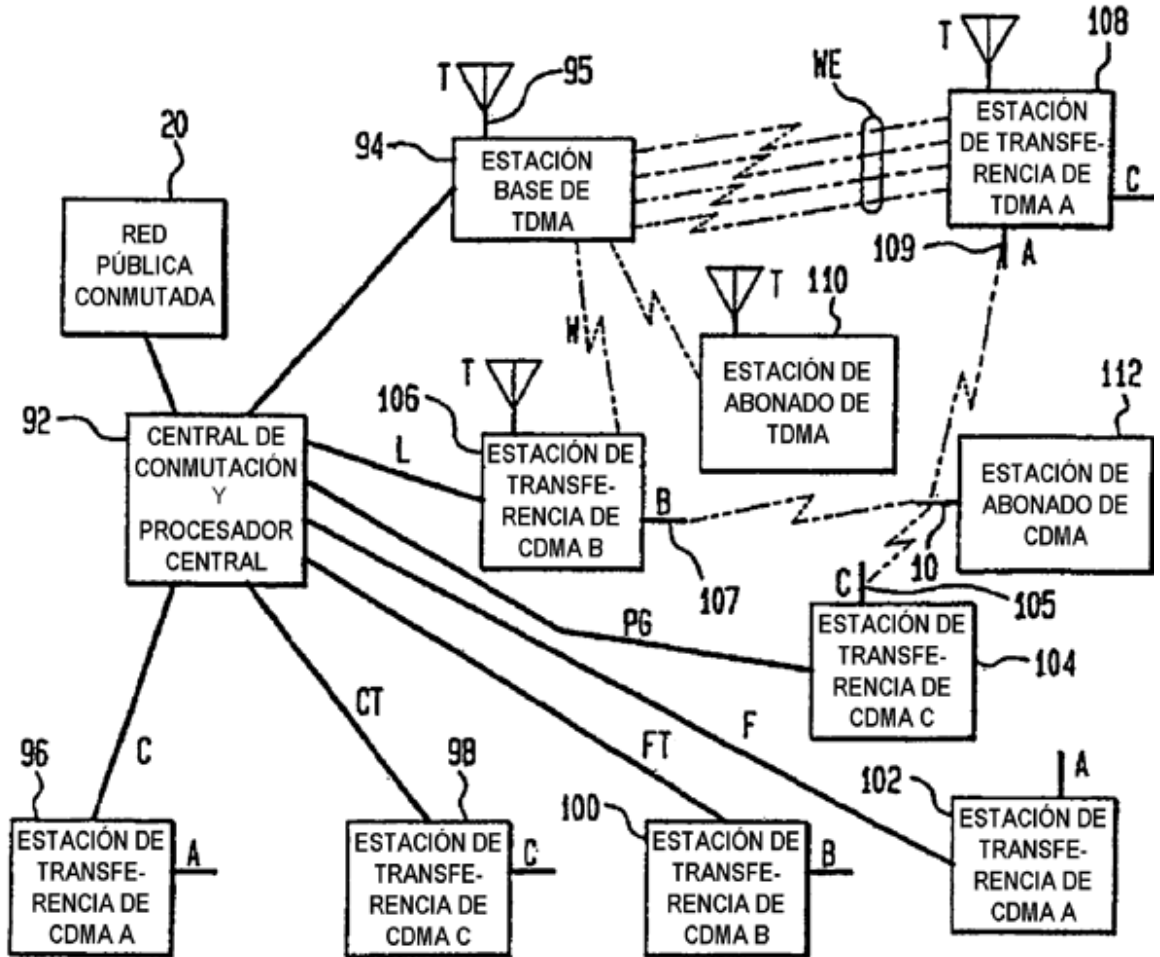


FIG. 7

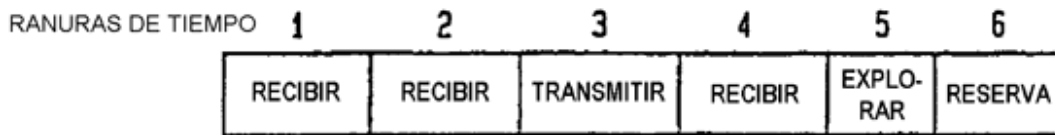


FIG. 8

CANAL DIRECTO DE ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA

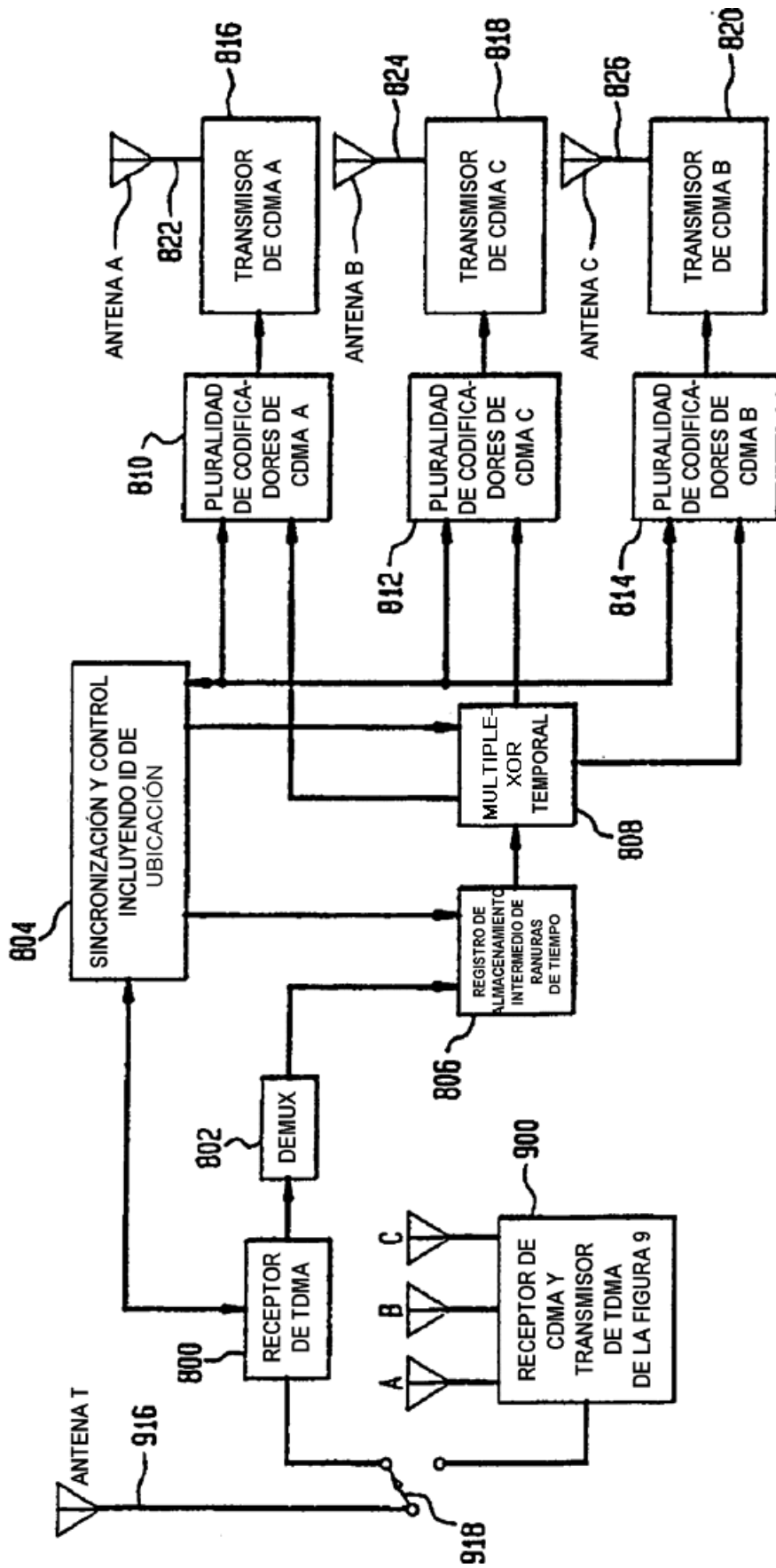


FIG. 9

CANAL INVERSO DE ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA

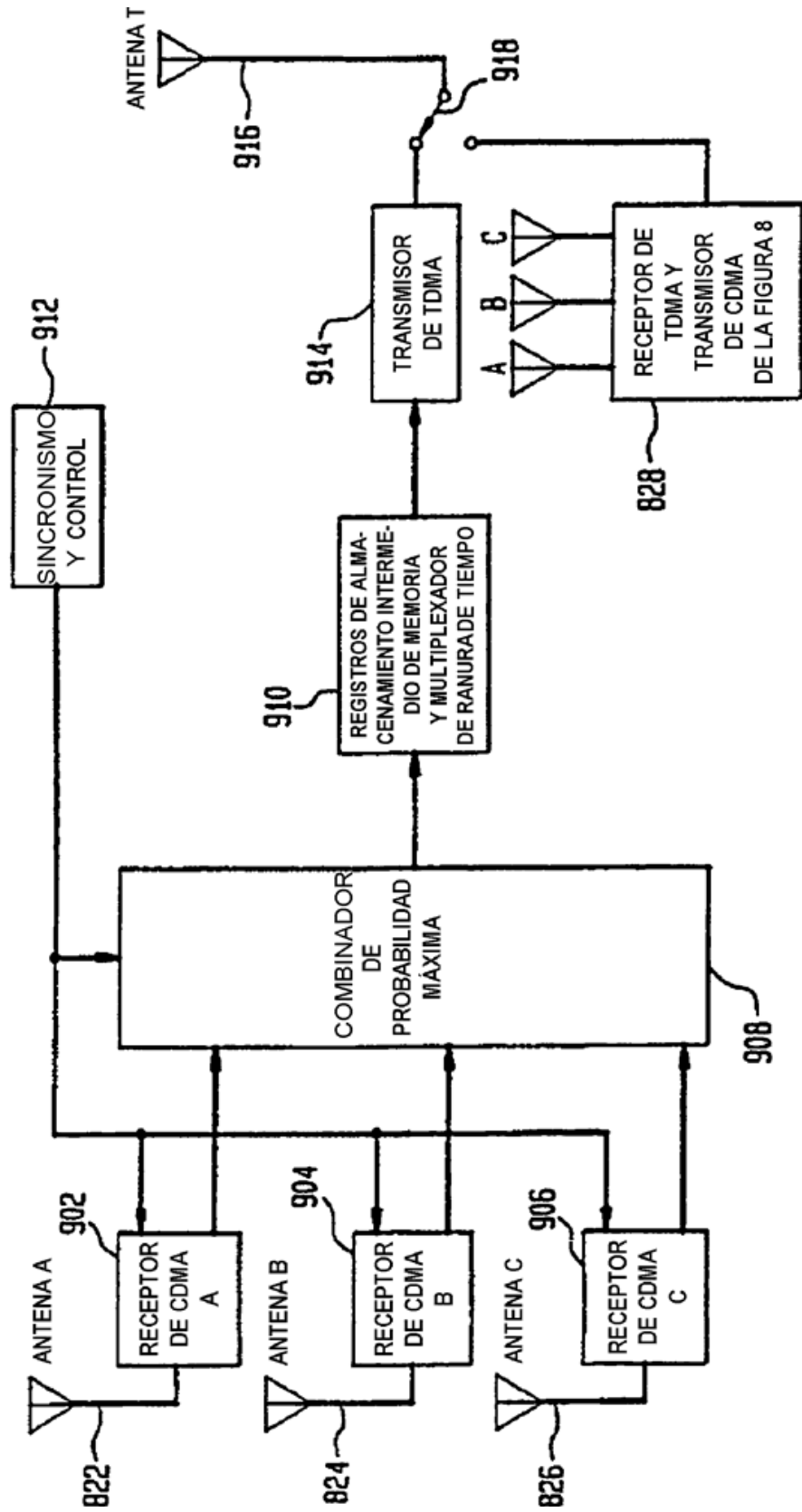


FIG. 10A

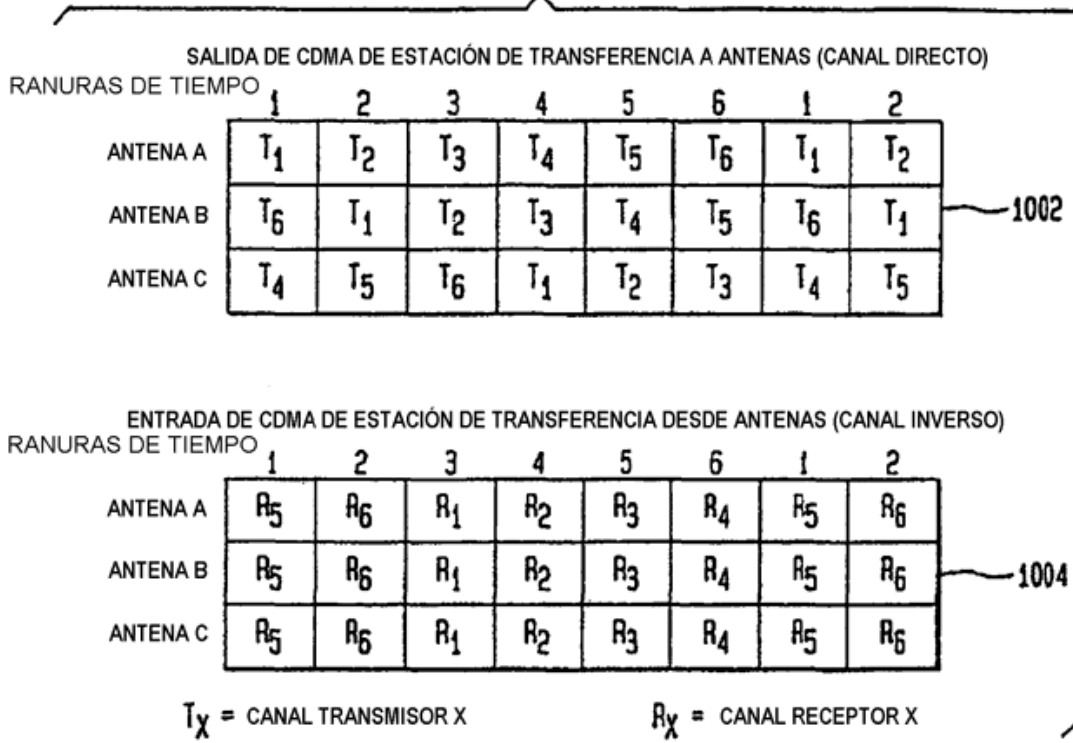


FIG. 10B

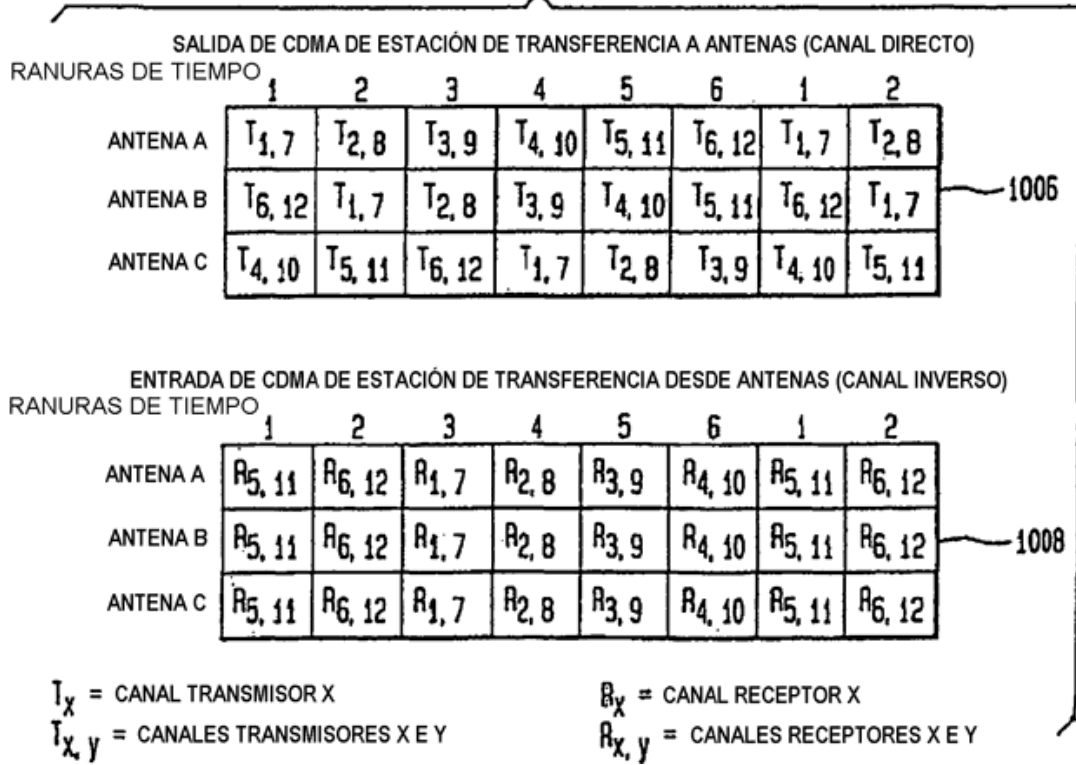


FIG. 11A

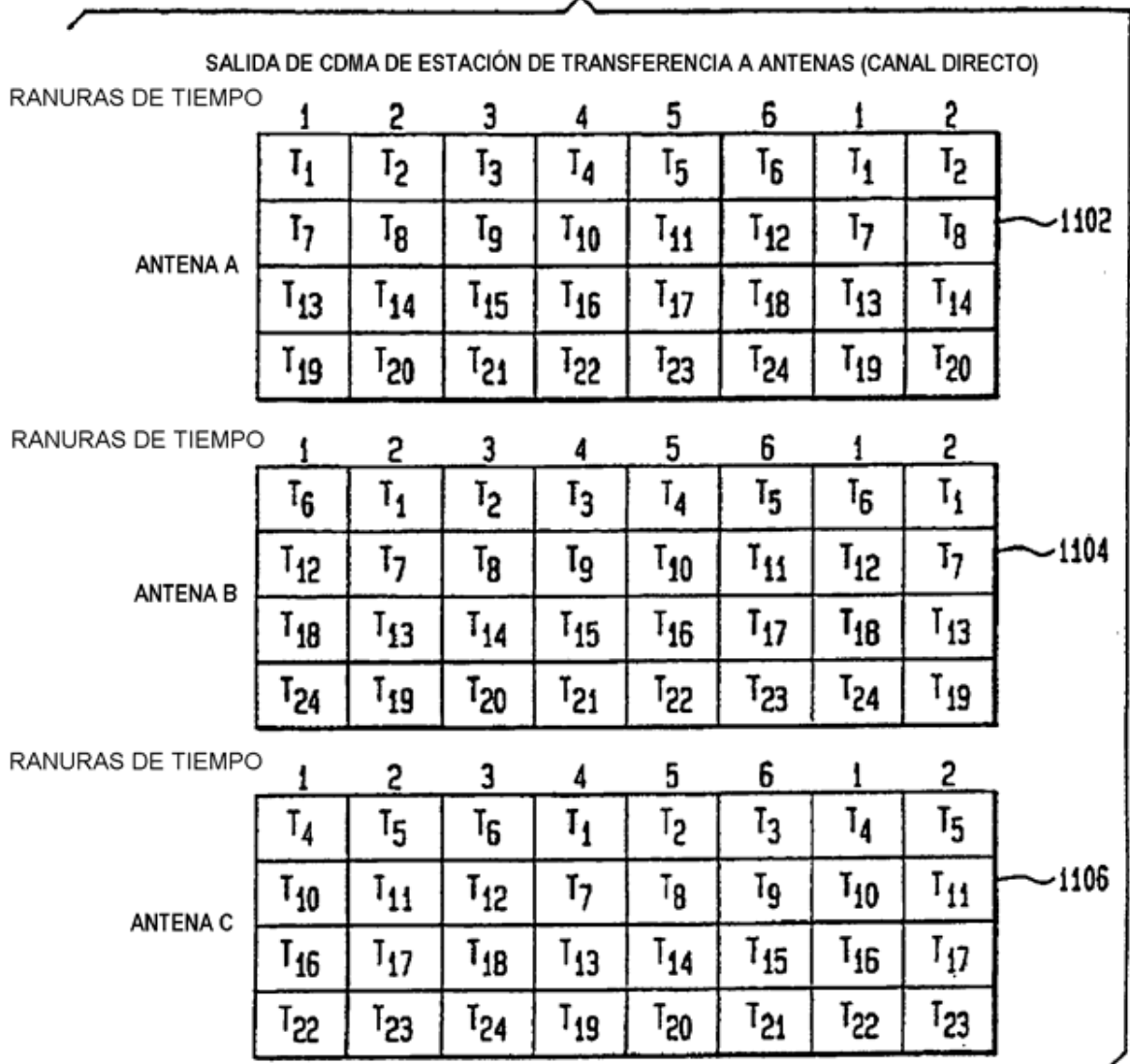


FIG. 11B



FIG. 12

ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA

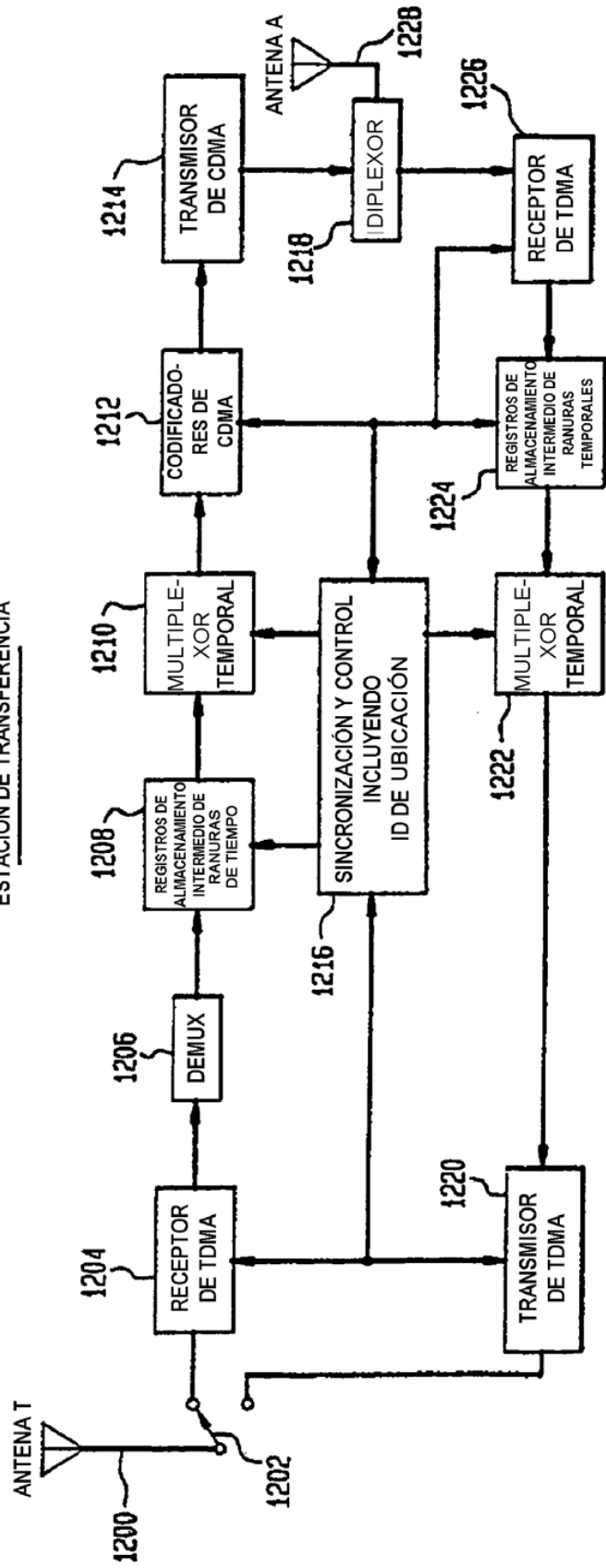


FIG. 13

ESTACIÓN DE ABONADO

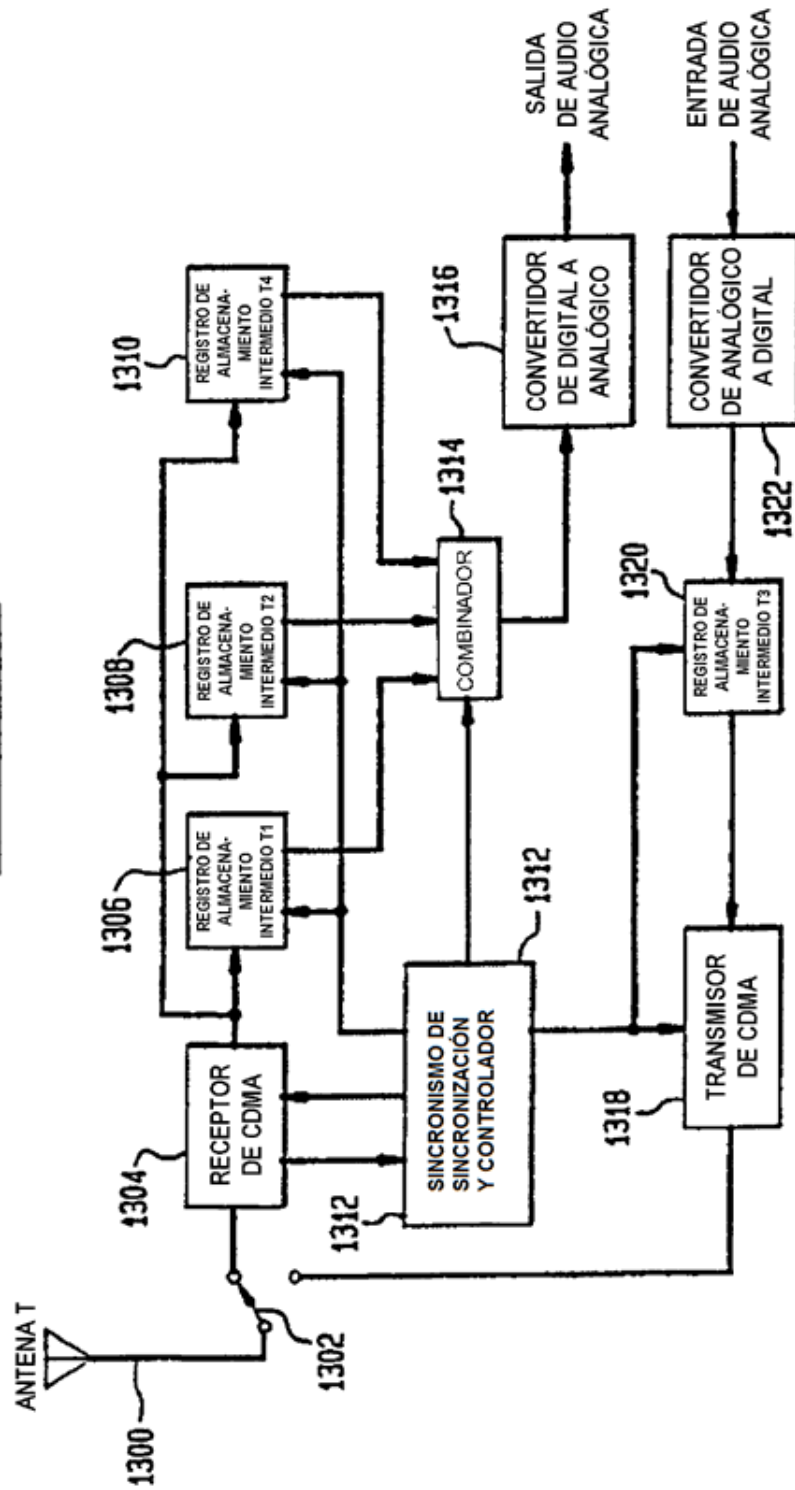


FIG. 14

ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA CENTRALIZADA E INTEGRADA

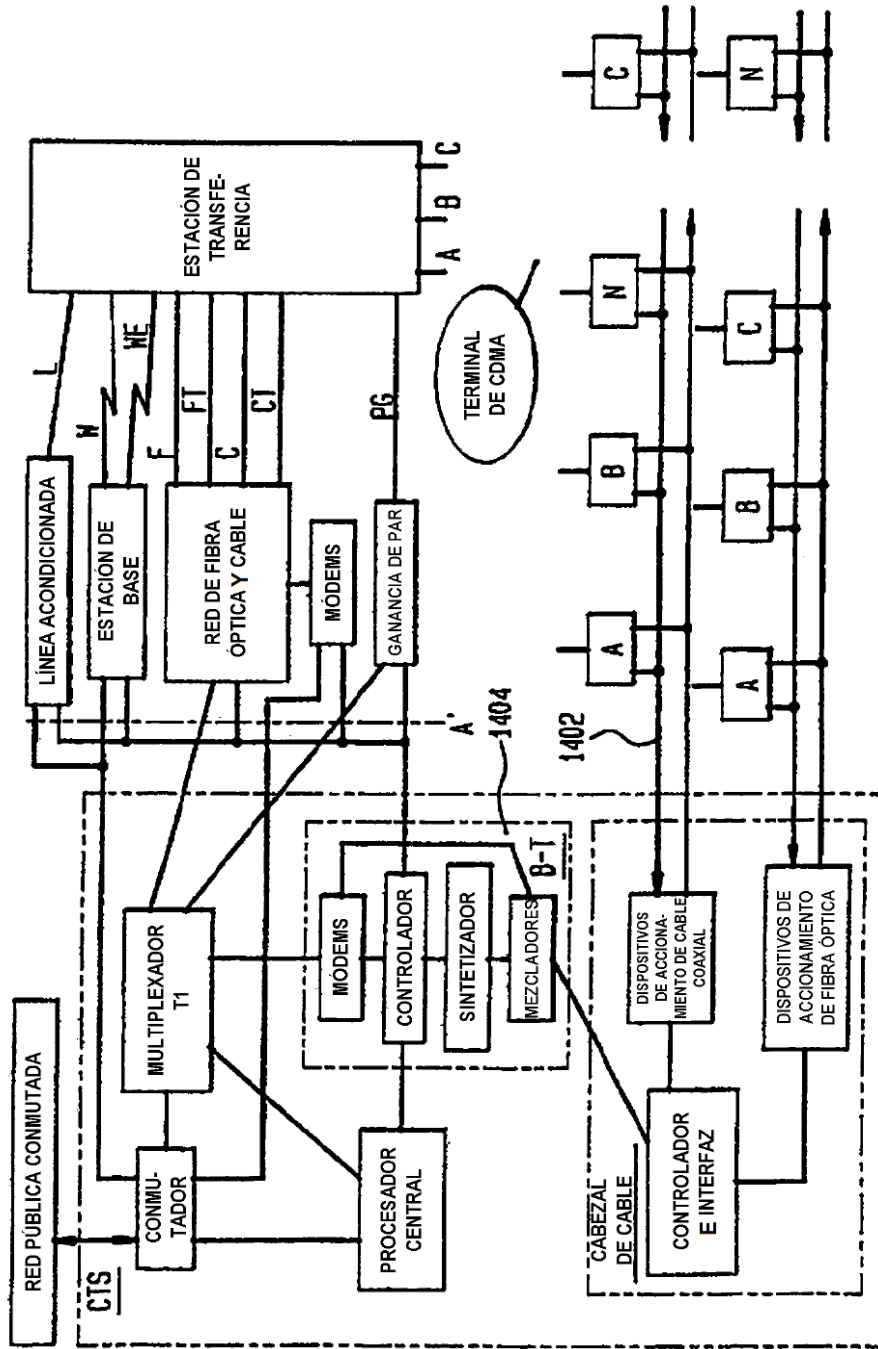


FIG. 15

IMPLEMENTACIÓN DE ANTENA DE ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA

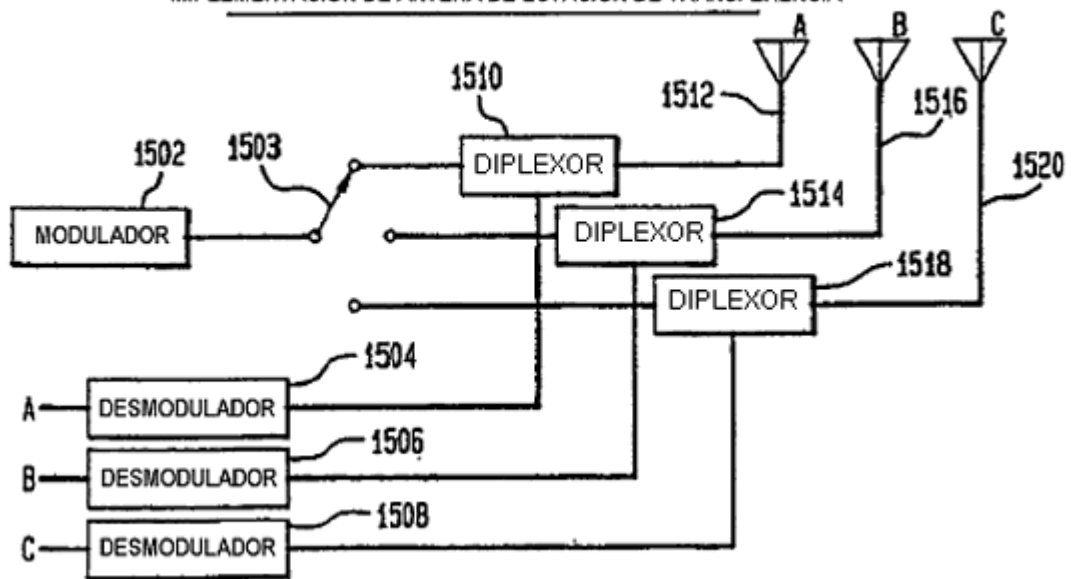


FIG. 16

IMPLEMENTACIÓN DE ANTENAS DISTRIBUIDAS USANDO CABLE O CABLE DE FIBRA ÓPTICA

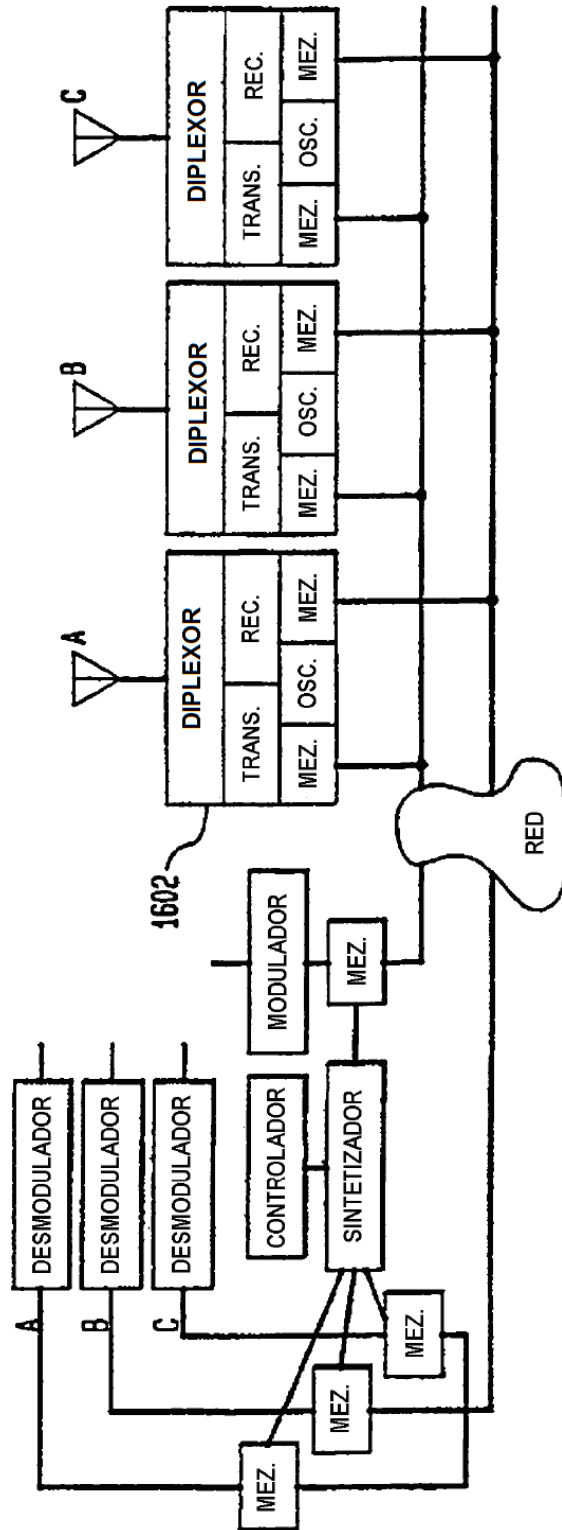


FIG. 17

ESTRUCTURA DE CANAL DE SINCRONIZACIÓN Y CONTROL

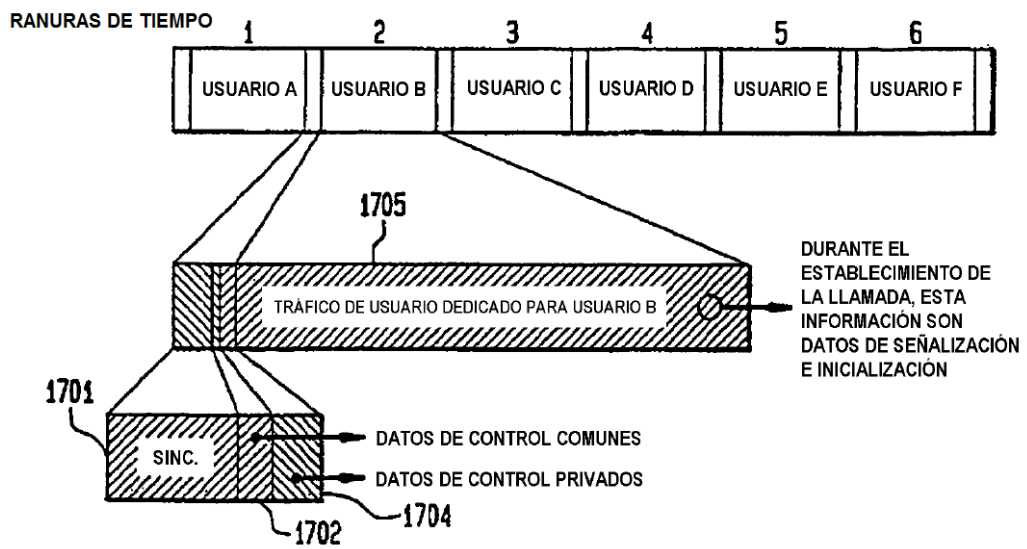


FIG. 18

CALIBRACIÓN TEMPORAL PARA IMPLEMENTACIÓN DE ANTENAS DISTRIBUIDAS

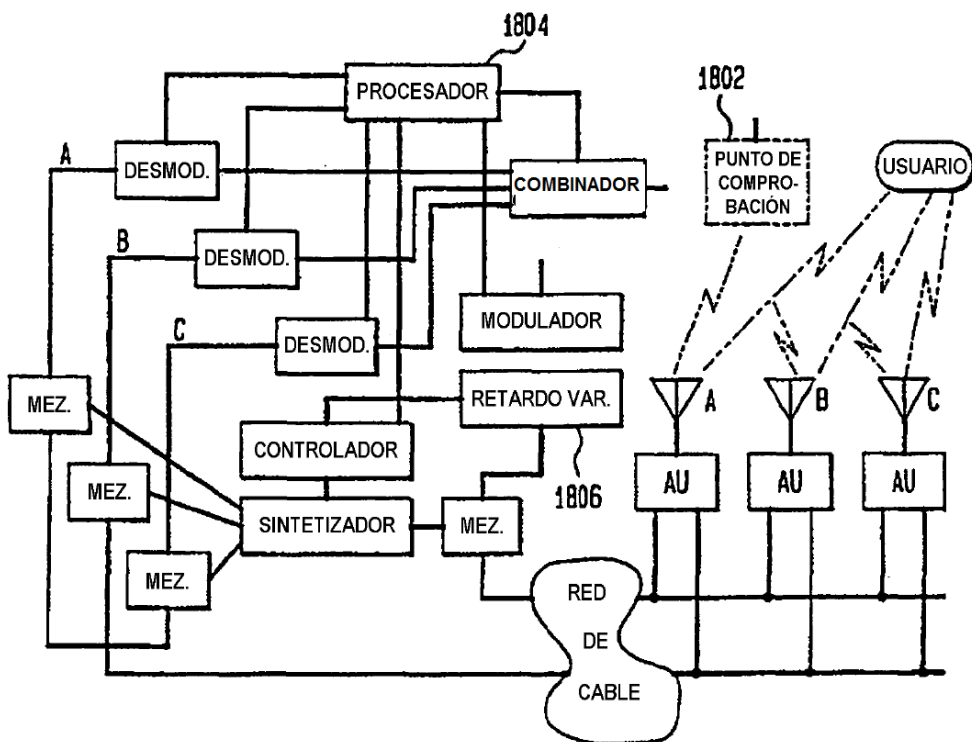


FIG. 19

CENTRO DE UBICACIÓN EXTERNO AL SISTEMA DE COMUNICACIÓN

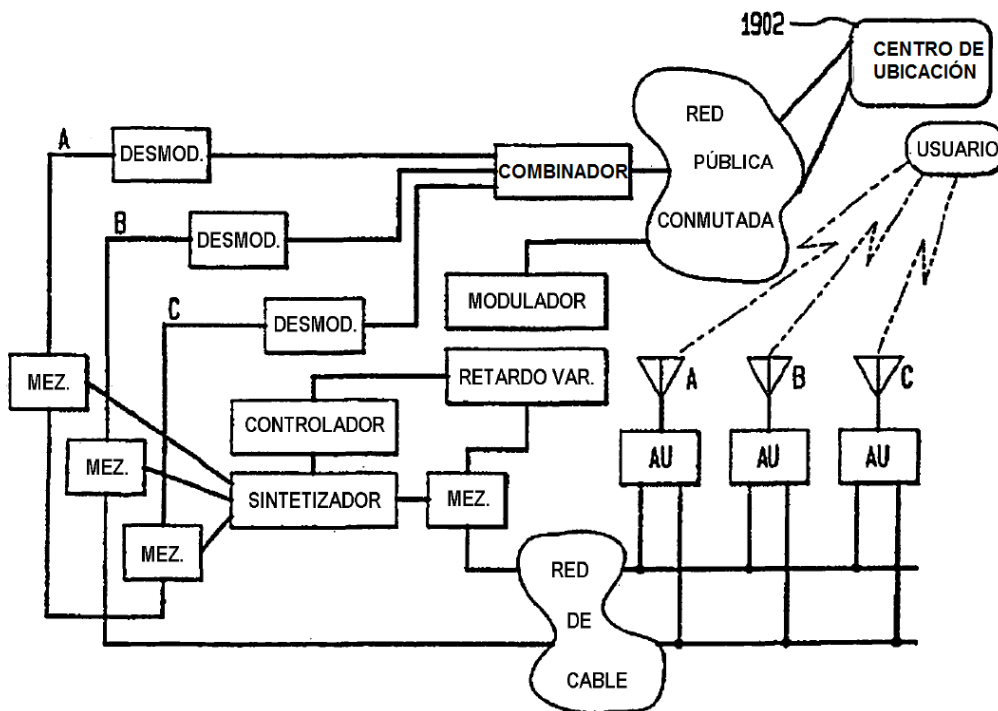


FIG. 20

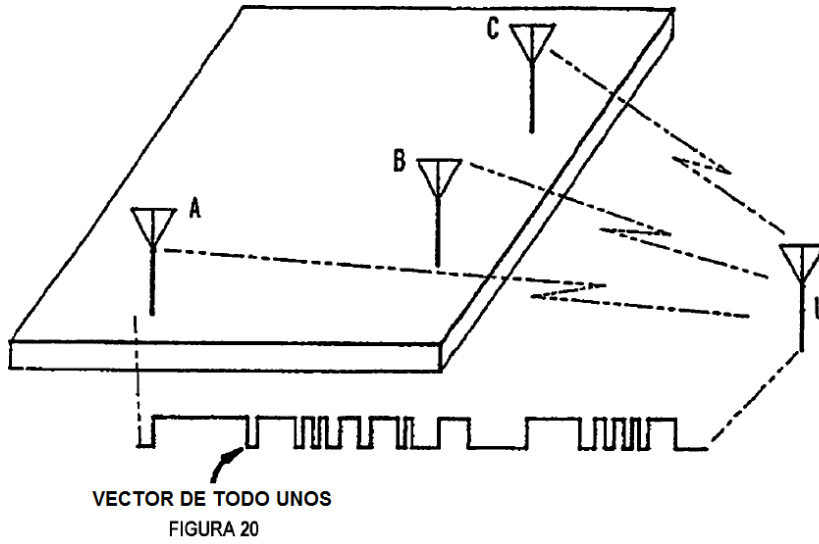


FIG. 21

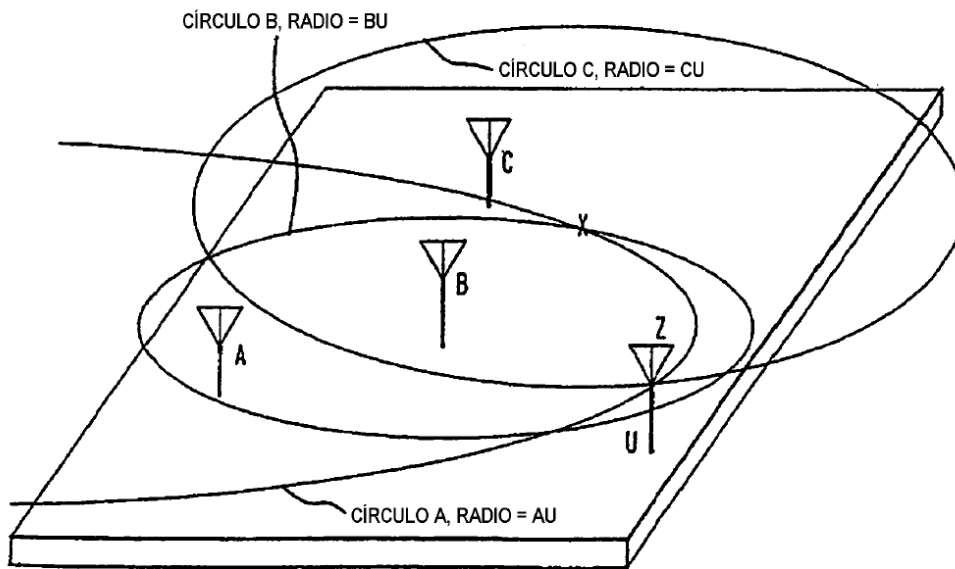


FIG. 22

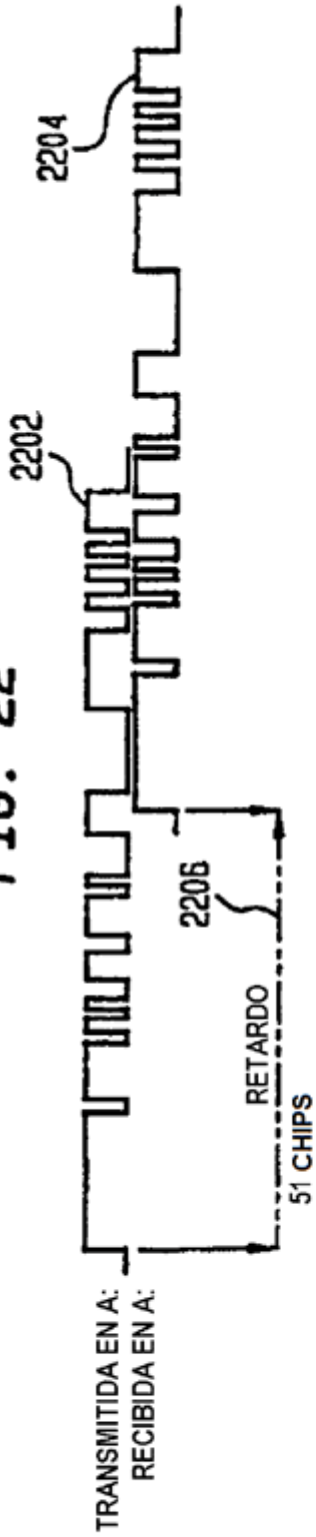


FIG. 23

