

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 396 385**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/08** (2006.01)

**H04B 7/06** (2006.01)

**H04B 1/713** (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.08.1995 E 08102240 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2012 EP 1926232**

54 Título: **Sistema de distribución telefónica inalámbrica con transmisión con diversidad temporal y espacial**

30 Prioridad:

**06.09.1994 US 301230**

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

**21.02.2013**

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:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 396 385 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 temporal y espacial.

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a sistemas de comunicación inalámbrica en ambos sentidos. En particular, la presente invención se refiere a un abonado de CDMA [acceso múltiple por división en código –“code division multiple access”] y a un método en una unidad de abonado de un sistema de telefonía inalámbrica con antenas de diversidad espacial y transmisión de señal con diversidad en el tiempo, destinados a reducir el desvanecimiento de la señal y a medir la posición del abonado.

Antecedentes de la invención

10 La comunicación por radio inalámbrica está sometida a los efectos adversos del desvanecimiento de las señales, de tal manera que el nivel o magnitud de la señal en el receptor pierde temporalmente intensidad por una variedad de razones, tales como a causa de las reflexiones variables en las múltiples trayectorias o caminos, que provocan la cancelación de señales, pérdidas en la transmisión variables en el tiempo, debidas a las condiciones atmosféricas y al movimiento de un receptor móvil, que introduce obstrucciones en el camino de la señal, y otras causas similares.

15 El desvanecimiento de la señal provoca una recepción defectuosa, incomodidad y, en casos extremos, una pérdida de la conexión de la llamada.

Se conoce el uso de diversas formas de diversificación de señal para reducir el desvanecimiento. Por ejemplo, según se indica en la Patente norteamericana N° 5.280.472, y en la Solicitud PCT WO 92/10890 A1, la diversidad de señal mitiga los efectos perjudiciales del desvanecimiento. Existen tres tipos principales de diversidad: la diversidad temporal, la diversidad en frecuencia y la diversidad espacial.

20

La diversidad temporal se obtiene mediante el uso de la repetición, la intercalación o la codificación de 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 temporal.

25 En la diversidad en frecuencia, la energía de la señal se reparte en una anchura de banda ancha 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 en 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. Puesto que el desvanecimiento se produce, generalmente, tan 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.

30

La diversidad espacial se proporciona transmitiendo o recibiendo la misma señal por más de una antena, separadas geográficamente. La diversidad espacial proporciona trayectorias o caminos de señal alternativos con el fin de prevenirse de que alguno cualquiera de los caminos se encuentre sometido a desvanecimiento en cualquier instante.

35 La diversidad espacial también crea una cierta diversidad temporal, 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 para esto consiste en utilizar múltiples receptores, uno para cada señal que llega. Por ejemplo, se conoce por la Patente norteamericana N° 5.280.472 la práctica de introducir deliberadamente retardos relativamente pequeños en comparación con un símbolo de información, en un sistema de CDMA de múltiples antenas con diversidad espacial, al objeto de crear señales artificiales con diversidad temporal y múltiples caminos, mayores que un retardo de una cresta u oscilación de onda, de hasta unas pocas oscilaciones de onda. 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 una oscilación de onda. Tales receptores se conocen como receptores de Rake. Sin embargo, 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 temporal que no requiera múltiples receptores de CDMA.

40

45

La medición o la determinación de la posición de unidades móviles es bien conocida. En algunos sistemas, 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 tanto al abonado móvil como al sistema fijo intercambiar los datos de posición. Varios sistemas conocidos utilizan satélites o antenas múltiples para proporcionar información sobre la posición de un abonado móvil. Por ejemplo, pueden utilizarse 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 de Localización Global (GPS –“Global Position System”) es un sistema de múltiples satélites que proporciona señales que permiten a una estación de abonado móvil determinar su posición en latitud y en longitud. Sin embargo, tanto los sistemas de satélites como los receptores de GPS destinados a recibir las señales de los satélites, tienden a ser caros.

50

55

La combinación de un receptor de GPS y un teléfono celular se conoce por la Patente norteamericana 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 sobre la posición del coche. Generalmente, 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 temporal que se sirva del acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA –“time division multiple access”), en diversas combinaciones con CDMA y antenas con diversidad espacial, a fin de proporcionar una variedad de sistemas que resistan el desvanecimiento, reduzcan el coste del receptor y proporcionen la medición de la posición para los abonados móviles.

10 Sumario de la invención

La presente invención se materializa como un sistema de comunicación inalámbrica en el que se hace uso de la diversidad temporal y la diversidad espacial para reducir el desvanecimiento y simplificar el diseño del receptor. La presente invención se materializa, adicionalmente, como un sistema de comunicación inalámbrica en el que señales de división en el tiempo son multiplexadas por división en código (espectro ensanchado) sobre diversas antenas en el espacio, a fin de proporcionar un sistema de comunicación inalámbrica con la facultad de determinar la posición del abonado utilizando las mismas señales de comunicación que se emplean para la comunicación inalámbrica primaria.

Concretamente, un paquete de datos que, por ejemplo, puede portar tráfico de voz de telefonía, es transmitido en tres instantes diferentes desde tres antenas diferentes. El receptor recibe, de esta forma, el mismo paquete de datos en tres momentos diferentes, desde tres antenas distintas. El receptor utiliza el mejor paquete de datos o una combinación de los paquetes de datos para reducir los efectos del desvanecimiento.

Además, el receptor se sirve del 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 recorrido de ida y vuelta. A continuación, el tiempo relativo de llegada de los paquetes de datos, referido a un tiempo universal, desde las otras dos antenas, indica las distancias relativas en comparación con la primera antena. Puesto que las tres antenas transmisoras se encuentran en posiciones fijas conocidas, el receptor computa 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 sin procesar o en bruto de medición de retardo, de vuelta a una estación fija o centro de servicio de localización, el cual computa la posición del abonado móvil.

Más particularmente, la presente invención se materializa como un sistema que utiliza CDMA para modular una señal de TDMA que es transmitida desde tres antenas con diversidad espacial. En una primera realización, las señales de TDMA se utilizan para transmitir múltiples repeticiones del mismo paquete de datos desde una estación de transferencia, con tres antenas con diversidad espacial. En una segunda realización, las señales de TDMA se utilizan para transmitir múltiples repeticiones del mismo paquete de datos desde tres estaciones de transferencia, de manera que cada estación de transferencia incluye una de las tres antenas con diversidad espacial. Los paquetes de datos, 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.

40 Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es un diagrama sistemático de un sistema de distribución de telefonía inalámbrica que incluye una primera realización de una estación de transferencia.

La Figura 2 es un diagrama de bloques de una primera realización de un sistema de distribución de telefonía inalámbrica.

45 La Figura 3 es un diagrama sistemático de una primera realización de un sistema de distribución de telefonía inalámbrica.

La Figura 4 es un diagrama sistemático de un sistema de distribución de telefonía inalámbrica que incluye una segunda realización de una estación de transferencia.

50 La Figura 5 es un diagrama sistemático de una segunda realización de un sistema de distribución de telefonía inalámbrica.

La Figura 6 es un diagrama de bloques de una segunda realización de un sistema de distribución de telefonía inalámbrica.

La Figura 7 es un diagrama de secuencia temporal de una señal multiplex por división en el tiempo que modula una señal multiplex por división en código.

Las Figuras 8 y 9 son un diagrama de bloques de una primera realización de una estación de transferencia.

La Figura 10A es un diagrama de asignación de ranuras temporales de un sistema de distribución de telefonía inalámbrica, que ilustra la multiplexación por división en el tiempo y la multiplexación por división en código para 6 llamadas simultáneas.

- 5 La Figura 10B es un diagrama de asignación de ranuras temporales de un sistema de distribución de telefonía inalámbrica, que ilustra la multiplexación por división en el tiempo y la multiplexación por división en código para 12 llamadas simultáneas.

- 10 Las Figuras 11A y 11B son un diagrama de asignación de ranuras temporales de un sistema de distribución de telefonía inalámbrica, que ilustra la multiplexación por división en el tiempo y la multiplexación por división en código para 24 llamadas simultáneas.

La Figura 12 es un diagrama de bloques de una segunda realización de una estación de transferencia.

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

La Figura 14 es un diagrama de bloques de una estación de transferencia centralizada e integrada para uso con la presente invención.

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

La Figura 16 es un diagrama de bloques de una implementación de antenas distribuidas que utiliza cable coaxial o cable de fibra óptica.

La Figura 17 es un diagrama de secuencia temporal de una señal multiplex por división en el tiempo que modula una señal multiplex por división en código, de acuerdo con la presente invención.

- 20 La Figura 18 es un diagrama sistemático que ilustra una implementación de antenas distribuidas.

La Figura 19 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema en el que el centro de localización es externo al sistema de comunicación.

La Figura 20 es una ilustración de un sistema para determinar la posición de una estación de abonado móvil.

La Figura 21 es un sistema que ilustra un método para determinar la posición de una estación de abonado móvil.

- 25 La Figura 22 es un diagrama de secuencia temporal que ilustra un método para determinar la distancia desde una estación de abonado y a una estación de transferencia de transmisión.

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

Descripción detallada

- 30 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA – PRIMERA REALIZACIÓN; Figuras 1, 2, 3, 8, 9

- 35 En una primera realización 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 ser montadas bien en estructuras independientes, 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 espacial no correlacionada. Si bien puede ser suficiente una separación de un cuarto de longitud de onda, son preferibles al 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).

- 40 La antena 10 de abonado móvil (a la que se hace referencia también en esta memoria como la antena del terminal de usuario, o la antena de la estación de abonado, o, simplemente, antena U) se acopla por un enlace por radio 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 por radio bidireccional a través de la antena T, mediante una conmutación apropiada, a la red de telefonía pública conmutada.

- 45 En funcionamiento, el tráfico de voz de telefonía por canal directo que es recibido en paquetes de datos por la antena T, es transmitido por la antena A durante la ranura temporal 1, repetido por la antena B durante la ranura temporal B, y repetido adicionalmente por la antena C durante la ranura temporal 3. Los tres paquetes de datos repetidos son recibidos secuencialmente por la antena 10. En el sentido inverso, los paquetes de datos que representan tráfico de voz de telefonía, transmitidos desde la antena 10, son recibidos de forma 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.
- 50

La Figura 2 es un diagrama de una visión global de un sistema en el que se utiliza una unidad de abonado 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.

5 El usuario ubicado en la estación de abonado de CDMA 42 es enlazado, 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 CDMA a la antena 25 situada en la estación de 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 de base de TDMA 24 y la  
10 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 consistir en un sistema de bucle local inalámbrico que esté disponible en el mercado, tal como el sistema de telefonía por radio digital Ultraphone®, proporcionado por la Interdigital Communications Corporation. La estructura de ranuras temporales de TDMA se lleva a cabo a través de la estación de transferencia de tal manera que se convierta en la  
15 estructura de ranuras temporales para la señal de CDMA estructurada en ranuras, a la salida. Los medios de conexión WE son los mismos que la conexión W, a excepción de que hay cuatro módulos W que funcionan en paralelo para proporcionar una capacidad de conexión, o conectividad, básica para 24 canales de voz. Los medios de conexión F se sirven de 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 de base inalámbrica. Puesto que los medios de  
20 conexión F (cable de fibra óptica) incorporan un módem, o modulador-desmodulador, con estructura de canal de TDM / TDMA similar a los W y a los WE, este actúa fácilmente 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 estación de transferencia de CDMA 30 es un cable de fibra óptica que se sirve de un multiplexador estándar T1 como medios de combinación de canal. Por lo tanto, la estación de transferencia que se encarga de los medios de  
25 conexión WE puede ser fácilmente adaptada 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 T1) son medios de cable que funcionan como los F y los FT, respectivamente. Los medios de conexión L a la estación de transferencia de CDMA 36 consisten en una línea o conducción acondicionada que porta una corriente de datos de hasta 100 kb/s, que tiene la misma estructura que los  
30 medios de conexión de TDMA inalámbricos W. Los medios de conexión LE (no mostrados) se sirven de 4 líneas o conducciones 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 consisten en una capacidad de ganancia de par que se ha dispuesto como interfaz de entrada a una estación de transferencia.

El uso de una combinación de medios a través del aire y por fibra óptica / cable para la conexión a las estaciones de  
35 transferencia, y una interfaz aérea de salida común, entre las estaciones de transferencia y los terminales de usuario de CDMA, tiene como resultado una respuesta rápida y flexible y una solución económica. Además, pueden utilizarse 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. Resulta también muy efectivo en cuanto a costes conectar el lado de entrada de la estación de transferencia a la salida de un módulo de ganancia de par. Puesto que  
40 la interfaz aérea sigue siendo la misma para todos estos medios de interconexión, este concepto extendido se convierte en un vehículo de solución y transición muy efectivo en cuanto a costes.

En el diagrama sistemático de la Figura 3, el tráfico de voz de telefonía a través de la red pública conmutada 20 se acopla a una estación de 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  
45 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 independientes, destinadas a comunicarse con los abonados móviles 45 y 47. A modo de ejemplo, la estación de base de TDMA 24 puede tener un alcance de un radio de 56,32 km (35 millas), de manera que cubre numerosas estaciones de transferencia de CDMA. Cada estación de transferencia de CDMA puede tener, por lo común, un  
50 alcance de 8,05 m (5 millas) y estar separada 4,83 km (3 millas) de las otras para proporcionar una cobertura celular de toda el área. El abonado 45 será servido por la estación de transferencia de CDMA 46, en el tanto que el abonado 47 será servido por la estación de transferencia de CDMA 50. A medida que cada abonado se desplaza por el sistema, se asignará una estación de transferencia de CDMA diferente para dar servicio a ese abonado.

Una realización alternativa se aprovecha de la rica capacidad de conexión, o conectividad, anteriormente descrita para distribuir de forma más amplia las tres antenas que se utilizan para proporcionar diversidad espacial de  
55 transmisión. La distribución más amplia permite la compensación no solo del desvanecimiento de múltiples trayectorias o caminos, sino también del desvanecimiento debido al bloqueo. Por ejemplo, si el usuario de CDMA (antena 10 en la Figura 1) se dirige detrás de un edificio o colina, la señal procedente de las tres antenas de diversidad espacial, en una única estación de transmisión, se desvanecerá.

60 Sin embargo, si la energía dentro de cada ranura temporal se transmitiese desde diferentes estaciones de transferencia, como en la Figura 4, existiría una alta probabilidad de que el terminal de usuario no fuera bloqueado desde las tres estaciones de transferencia a la vez. En consecuencia, es posible hacer aleatorios los efectos del

desvanecimiento debido al bloqueo y que estos sean más similares al desvanecimiento de múltiples caminos. La aleatorización se consigue haciendo que el controlador central asigne las diferentes ranuras temporales según un criterio individual durante el procedimiento de establecimiento de llamada. Cuando se implementan utilizando unos medios de conexión W o WE, se produce un impacto muy escaso en la capacidad entre las estaciones de base y las estaciones de transferencia, pero ello incrementaría el número de receptores de TDMA. Sin embargo, existe también una mejora de la diversidad en el enlace de la estación de base a la estación de transferencia. Hablando en general, el impacto en los otros medios de conexión con instalación fija de cables es aún menor. Una ventaja importante de utilizar múltiples estaciones de transferencia como fuentes de diversidad de transmisión es que ello permite al receptor de CDMA de usuario evaluar la calidad de la señal procedente de cada estación de transferencia y solicitar una cesión durante ranuras de tiempo individuales según se encuentren mejores enlaces, con lo que se proporciona una transición altamente fiable y suave conforme 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 espacial mejorada. Como antes, una antena 10 de usuario móvil se acopla o conecta a una antena A durante la ranura temporal 1, a una antena B durante la ranura temporal 2, y a una antena C durante la ranura temporal 3. Sin embargo, cada una de las antenas A, B y C se montan en respectivas estaciones de transferencia de CDMA independientes 54, 56 y 58. En particular, se ha proporcionado una antena A, 60, en la estación de transferencia de CDMA 54, se ha proporcionado una antena B, 68, en la estación de transferencia de CDMA 56, y se ha proporcionado 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 respectivas antenas 62, 70 y 66, al sistema de telefonía digital inalámbrica de TDMA. Las señales recibidas por la antena 10 de estación de abonado, procedentes de las antenas A, B y C, son similares a las que se reciben en la configuración de la Figura 4. Sin embargo, 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, 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. Similarmente, la estación de transferencia de CDMA 104 tiene una antena C, 105. De esta forma, la antena 10 de la estación de abonado de CDMA 112 recibe señales procedentes de cada una de las estaciones de transferencia de CDMA 108, 106 y 104. Las señales recibidas por multiplexadas por división en el tiempo, en el sentido de que sólo una de las antenas, A, B o C, está transmitiendo a la antena 10 en cualquier instante dado. Durante la transmisión, sin embargo, las antenas A, B y C proporcionan múltiples señales multiplexadas por división en código, a otros usuarios.

En esta realización, cada estación de transferencia tiene solamente un único tipo de antena: ya sea la antena A, ya sea la antena B, o la antena C. En la Figura 5 se ilustra una disposición de sistema que cubre un área de servicio. Como antes, la red pública conmutada 72 se conecta a una estación de 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 según una dirección 84, y están colocadas según otra dirección 86 para cubrir el área de servicio. A título 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 intervalo 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 esta forma, el abonado 88 recibe señales de las estaciones de transferencia de CDMA 76, 78 y 80, en tanto que el abonado 90 puede recibir señales procedentes de la estación de transferencia de CDMA 82, 78 y 80.

En la Figura 7 se muestra una estructura de ranuras temporales para uso en la presente invención. Se emplean seis ranuras temporales. Las ranuras temporales 1 y 2 se utilizan para recibir, y a ellas les sigue la ranura temporal 3, en la que la estación de abonado transmite, a la que sigue la ranura temporal 4, que también se utiliza para recibir. Durante la ranura temporal 5 y la 6, el receptor de CDMA explora la transmisión procedente de las otras estaciones de transferencia.

ESTABLECIMIENTO DE LLAMADA

Cuando se ha de establecer o transferir un circuito, la estación de base asigna un par de frecuencias, de estación de base y de estación de transferencia, una ranura y una secuencia de PN. Transmite entonces a la estación de transferencia todas estas asignaciones e identifica qué abonado va a utilizar el circuito. Durante el establecimiento de la llamada, la estación de transferencia hace pasar a la estación de transferencia las asignaciones de ranura y de secuencia de PN. Véase, por ejemplo, la Figura 17, en la que las ranuras temporales de TDMA 1 a 8 se asocian con los usuarios A a F, respectivamente. En una ranura temporal dada, por ejemplo, la ranura temporal 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 o de uso exclusivo 1705 para el

usuario B. El tráfico de usuario dedicado 1705 se utiliza durante el establecimiento de la llamada para transmitir información de señalización y datos de inicialización.

#### RECORRIDO DIRECTO

5 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 llevan a cabo en la estación de base. En el sentido directo (hacia la estación de abonado), la estación de base transmite de forma continua, pero la información contenida en cada ranura es dirigida a una estación de abonado particular.

10 A modo de ejemplo, la estación de 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 únicamente en el nivel de símbolos o de bits. La estación de transferencia no lleva a cabo ninguna descodificación (es decir corrección de errores, compresión y descompresión). El diseño de la estación de transferencia se simplifica, por tanto, gracias a la aceptación de la señal ya codificada procedente de la estación de base de TDMA. Tras 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 de 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 de 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 son modulados sobre una continuación de la señal de PN y radiodifundidos, a través de un transmisor apropiado, a la antena B. De esta forma, la señal de información idéntica que utiliza la misma secuencia de PN, pero incrementada en un número fijo de crestas u oscilaciones de onda, es transmitida a 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 temporales 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 diferencia de fase, a través de un transmisor apropiado, a la antena C.

#### TRATAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE ABONADO

30 La estación de abonado, utilizando el código de CDMA correcto, recibe durante cada de las tres ranuras que contienen una repetición de señal de información, de tal manera que recibe tres repeticiones idénticas del paquete de datos desde 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 tasa o proporción de errores de bits, en la distorsión de fase, en la relación entre señal y ruido, etc. Se consigue, de esta forma, la diversidad de transmisión espacial. 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 utilizarse un dispositivo combinatorio de probabilidad máxima para combinar la potencia procedente de las tres ranuras temporales. Idealmente, la energía de los paquetes de datos recibidos se combina de una manera máxima antes de realizar una decisión “dura” o irreversible.

40 Durante la tercera ranura temporal T3, la estación de abonado transmite de vuelta a la estación de transferencia utilizando una secuencia de PN similar a la que recibió. La secuencia de PN puede ser la que se dedujo de la recepción (tras su regeneración) o bien puede ser localmente generada basándose en el código original recibido durante el establecimiento de la llamada. Puesto que la estación de abonado no transmite durante el mismo periodo de tiempo en que está recibiendo, no es necesario ningún diplexador ni filtro de ranuras. Se utiliza un simple conmutador de T/R (transmisión / recepción) para conmutar la antena entre transmisión y recepción. Tan 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 de Rake no son necesarias en la presente invención.

45 Por otra parte, los beneficios de una redundancia triple en el espacio y en el 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 al menos 10 dB (un factor de 10x). Si bien las tres repeticiones transmitidas de la misma señal de información aumentan el nivel o grado de interferencia en un factor de 3 (aproximadamente 5 dB), debido a que los desvanecimientos son de 10 B menos, las magnitudes de potencia del transmisor pueden ser reducidas en un factor de 10 (10 dB). De esta forma, la magnitud total de interferencia se reduce en un factor de 10/3 o 5 dB. Como la estación de transferencia a un enlace de abonado se hace funcionar en un modo de autointerferencia, ello significa que pueden utilizarse tres veces más circuitos de abonado simultáneos, que si no se utilizase la diversidad.

#### CAMINO DE RETORNO

55 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, a fin de proporcionar una diversidad espacial convencional de tres ramas. El mismo análisis relativo a la interferencia y al número de circuitos disponibles se aplica a la transmisión en el sentido inverso así como en el sentido directo, excepto en que la información es

transmitida únicamente una vez y es recibida simultáneamente por las tres antenas de la estación de base.

Además de aumentar el número de abonados por unidad de frecuencia, la presente invención resulta eficaz en cuanto a los costes. En primer lugar, la estación de abonado solamente necesita un único receptor. En segundo lugar, no necesita un diplexador. 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, puesto que se utiliza la diversidad espacial en la dirección inversa, el número de abonados por receptor se incrementa. Y 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 es retransmitida (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 de base, sin un retardo intencional durante la misma ranura. Siempre y cuando la ranura se encuentre dentro de la misma trama de TDMA o al menos con una duración de una trama de la ranura que se utiliza desde la estación de base hasta la estación de transferencia, no se incurre en ningún retardo adicional por el uso del presente sistema.

#### 15 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 situado en las antenas A, B y C se sirve de 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 caminos y tiene la capacidad de superar la interferencia, intencional o de otra clase. La posibilidad de que el desvanecimiento selectivo provoque la supresión del espectro al completo, se reduce a medida que aumenta el espectro transmitido. Una tasa o velocidad de oscilaciones de onda más alta, o un producto de TW incrementado, reduce la magnitud del margen de desvanecimiento que se requiere para conseguir un grado especificado de rendimiento.

Las señales de espectro ensanchado presentan una protección intrínseca de múltiples caminos para la protección contra el desvanecimiento. Sin embargo, los modelos estadísticos no tienen en cuenta generalmente la frecuencia con que se producen los desvanecimientos o la duración de los mismos. La geometría específica en cada ubicación, o el modo como 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 camino para señales fuertes sea pequeña. El resultado de ello es un desvanecimiento plano. Es decir, el espectro a lo largo de diez o quince megahercios se desvanecerá al mismo tiempo. En consecuencia, no es posible utilizar las características intrínsecas de protección de múltiples caminos de las señales de espectro ensanchado para protegerlas frente a un desvanecimiento plano, a menos que se disponga de al menos entre 25 y 30 MHz. Además, con frecuencia no existe ningún camino múltiple, como consecuencia, que tuviera un retardo suficiente para obtener una ventaja de un receptor de Rake adicional. Incluso así, el uso de caminos múltiples, reales o artificiales, requiere un receptor / dispositivos de correlación adicionales en el terminal de usuario de CDMA. En consecuencia, para mantener un funcionamiento fiable utilizando únicamente CDMA, se requiere la adición de al menos 15 dB de margen a la asignación de potencia del enlace, particularmente a fin de tener en cuenta la situación en la que un usuario móvil se detiene en uno de los cerros o un usuario fijo cambia ligeramente su geometría de ubicación.

La presente invención se sirve de la otra característica importante de los sistemas de espectro ensanchado, la capacidad para superar la interferencia, como técnica para combatir las situaciones difíciles de los múltiples caminos. La capacidad de un sistema de CDMA se ve limitada por la magnitud de interferencia que está siendo recibida por el receptor deseado. Siempre y cuando el producto de TW sea lo bastante grande como hacer ascender la señal deseada hasta sacarla de la interferencia, no importa cuál sea realmente 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 sea repetida tres veces desde tres antenas diferentes, por lo que se obtiene una diversidad de transmisión triple que permite reducir el margen de potencia transmitida en al menos 10 dB para un enlace de alto rendimiento. En consecuencia, incluso aunque se introduzca en los enlaces una interferencia adicional, la ganancia del tratamiento de CDMA supera fácilmente el impacto adverso. Es decir, la ganancia proveniente de la diversidad triple supera con mucho, en un sistema de alta calidad, la pérdida debida a la interferencia añadida.

En la Figura 8 se muestra un diagrama de bloques de una estación de transferencia para el canal de sentido directo. La antena de TDMA T, 916, se acopla o conecta, 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 desmultiplexador 802, cuya salida se almacena en registros de almacenamiento intermedio 806 de ranuras temporales. Un multiplexador temporal 808 accede a los contenidos de los registros de almacenamiento intermedio 806 de ranuras temporales y proporciona paquetes de datos que se suministran como salida a diversos codificadores de CDMA 810 destinados a la transmisión por la antena A. La salida del multiplexador temporal 808 también proporciona paquetes de datos que se suministran como salida a una pluralidad de codificadores de CDMA 812 destinados a la transmisión por la antena C. Similarmente, el multiplexador temporal 808 proporciona paquetes de datos que se suministran como salida a una

pluralidad de codificadores de CDMA 814 destinados a la transmisión por la antena B. Cada uno de la pluralidad de codificadores de CDMA 810, 812 y 814 se ha proporcionado 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 respectivas transmisiones por la antena A, por la antena B y por la antena C.

5 La coordinación de la regulación de la secuencia temporal y el control del receptor de TDMA 800, así como de los registros de almacenamiento intermedio 806 de ranuras temporales, del multiplexador temporal 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 de posición (ID) que representa la estación de transferencia particular a la pluralidad de codificadores de CDMA 810, 812 y 814, para su inclusión en las señales transmitidas por las antenas A, B y C.

10 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 detalles 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 diplexadores 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.

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, respectivamente indicadas por las referencias 822, 824 y 826, se conectan, respectivamente, al receptor de CDMA A, 902, al receptor de CDMA B, 904, y al receptor de CDMA C, 906. La salida de los respectivos receptores de CDMA A, B y C se suministra a un dispositivo combinatorio 908 de probabilidad máxima, cuya salida se proporciona a registros de almacenamiento intermedio de memoria y a un multiplexador 910 de ranura temporal. Los registros de almacenamiento intermedio de memoria del multiplexador 910 de ranura temporal 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 correspondiente al diagrama de bloques de la Figura 8, se conecta al otro terminal del conmutador de transmisión y recepción 918.

20 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 sean compartidas entre señales de transmisión y recepción de TDMA y CDMA. Un modulador 1502 está conectado, a través de un multiplexador temporal 1503, a unos diplexadores 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 diplexadores 1510, 1514 y 1518 están conectadas, respectivamente, a las salidas de los desmoduladores 1504, 1506 y 1508.

25 En el funcionamiento ilustrado en la Figura 8, una señal de TDMA recibida en la antena 916 es desmultiplexada y colocada en los registros de almacenamiento intermedio 806 de ranuras temporales. Un paquete de datos destinado a un abonado dado, es seleccionado por el multiplexador temporal 808 durante la ranura temporal 1 con el fin de codificar una señal de CDMA por parte de uno de una pluralidad de codificadores 810 para su transmisión por la antena A. El mismo paquete de datos es de nuevo seleccionado por el multiplexador temporal 808 para codificar una señal de CDMA por parte de uno de una pluralidad de codificadores 812 durante la ranura temporal 2, para su transmisión por la antena B. Por último, ese mismo paquete de datos es subsiguientemente seleccionado por el multiplexador temporal 808 para codificar una señal de CDMA por parte de uno de una pluralidad de codificadores 814 para su transmisión, durante la ranura temporal 4, por la antena C.

30 En el sentido inverso, y haciendo referencia a la Figura 9, la transmisión de CDMA desde la estación de abonado, durante la ranura temporal 3, es recibida 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 dispositivo combinatorio 904 de probabilidad máxima combina la potencia procedente de las tres ranuras temporales antes de realizar una decisión "dura" o irreversible. Hablando en general, se seleccionará la señal que sea más fuerte o intensa y que esté libre de errores. Tras la selección, el paquete de datos se mantiene en un registro de almacenamiento intermedio de memoria y multiplexador 910 de ranura temporal, esperando ser colocado en su ranura temporal apropiada para su transmisión, por parte del transmisor de TDMA 914, por la antena 916.

#### ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA – SEGUNDA REALIZACIÓN; Figura 12

35 En la Figura 12 se muestra una estación de transferencia de acuerdo con una segunda realización. En esencia, esta estación de transferencia es similar a la estación de transferencia de las Figuras 8 y 9, a excepción de que únicamente se ha proporcionado una antena de CDMA, A, B o C. En particular, en la Figura 12, la antena 1200 es conectada, a través de un conmutador de transmisión y recepción 1202, a un receptor de TDMA 1204. La salida del receptor de TDMA 1204 es desmultiplexada según se indica por la referencia 1206 y colocada en los registros de almacenamiento intermedio 1208 de ranuras temporales. Un paquete de datos colocado en el registro de almacenamiento intermedio 1208 de ranuras temporales es multiplexado en el tiempo por un desmultiplexador 1210 hacia uno de una pluralidad de codificadores de CDMA 1212. La señal de CDMA codificada es amplificada en el transmisor de CDMA 1214, acoplado, a través de un diplexador 1218, a la antena A, 1228.

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

En funcionamiento, la estación de transferencia recibe señales de TDMA por la antena T 1200, las cuales son desmoduladas en el receptor de TDMA 1204 y desmultiplexadas en el desmultiplexador 1206 para su colocación en los registros de almacenamiento intermedio 1208 de ranuras temporales. Los paquetes de datos contenidos en los registros de almacenamiento intermedio 1208 de ranuras temporales son transmitidos por la antena A durante la ranura temporal 1. A este fin, el multiplexador temporal 1210, los codificadores de CDMA 1212 y el transmisor de CDMA 1214 recuperan los respectivos paquetes de datos desde los registros de almacenamiento intermedio 1208 de ranuras temporales y codifican el paquete de datos apropiado en una señal codificada de CDMA, en la antena A. En el camino de retorno, el receptor de CDMA 1226 recibe señales simultáneamente por las antenas A, B y C durante todas las ranuras temporales. Los paquetes de datos recibidos son desmodulados por respectivos códigos de PN y colocados en registros de almacenamiento intermedio 1224 combinatorios de ranuras temporales, de tal manera que cada ranura temporal se asigna a un usuario diferente. Tras ello, los paquetes de datos son multiplexados temporalmente en el multiplexador 1222 para su transmisión por parte del 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 caminos. El lado de salida de la estación de transferencia forma parte de una red de distribución estructurada. Este consiste, básicamente, en un punto de reemisión de tándem situado en la red, es decir, la dirección hasta el usuario de CDMA final también incluye la dirección del punto intermediario (la estación de transferencia). Puesto 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 independientemente 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 de base, estaciones de transferencia y estaciones de usuario de TDMA, tal como se muestra en la Figura 2. Cualquier ranura temporal en cualquier frecuencia puede ser asignada a cualquier usuario de TDMA o estación de transferencia. A 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 serán asignados a una ranura temporal en la misma frecuencia que la del primer usuario. Gestionando adecuadamente estas asignaciones, el número de elementos de radio de TDMA puede ser reducido significativamente. La estación de base 24 o la central de conmutación y el procesador central 22 gestionarán los recursos de radio y asignarán las frecuencias, las ranuras temporales y los códigos de PN, asegurando de esta forma un uso eficiente del espectro y de las radios. La frecuencia, la ranura temporal y el código de PN son, todos ellos, asignados durante el procedimiento inicial de establecimiento de llamada.

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 temporal específica de una señal de división temporal. En consecuencia, la velocidad de información individual se ve incrementada por el número de ranuras temporales. Sin embargo, la velocidad de datos total para todos los abonados sigue siendo la misma y la potencia total transmitida para todas las señales permanece la misma; únicamente es redistribuida. Puesto que las ranuras temporales individuales son desconectadas o desactivadas a menos que exista actividad, la potencia transmitida es reducida en aproximadamente 3 dB para el tráfico de voz. Debido a que la misma información es transmitida tres veces, la potencia transmitida promedio se incrementa en 5 dB. En consecuencia, la potencia total transmitida procedente 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 total, la interferencia introducida en otras celdas se reduce en 5 dB.

La estación de base (referencia 24 en la Figura 2) o la central de conmutación y el procesador central (referencia 22 en la Figura 2) también gestionarán el procedimiento de cesión. Tendrá que haber al menos cuatro ranuras temporales para obtener diversidad en el lado de CDMA y, con todo, aún se tendrá una ranura temporal para que el receptor de CDMA realice una exploración de otras estaciones de transferencia. Cuatro ranuras temporales tan solo proporcionan una diversidad doble. Con cinco ranuras temporales, es posible conseguir el grado 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 sincrónicas. Sin embargo, la adición de otro receptor en todos los terminales de usuario de CDMA sería una solución cara. En consecuencia, con tres ranuras

temporales existe únicamente una diversidad dual, y no hay cesión. Con cuatro ranuras temporales, existe una triple diversidad para los abonados de CDMA fijos y una diversidad doble para los abonados de CDMA móviles. Con cinco ranuras temporales, existe una diversidad triple tanto para los usuarios de CDMA fijos como para los móviles. Con seis o más ranuras temporales, existe la oportunidad de añadir flexibilidad a la estructura de canal. La Figura 7 muestra la estructura de ranuras del terminal de usuario de CDMA para seis ranuras temporales.

La estructura de antena triple situada en la estación de transferencia se emplea en el enlace de retorno al escuchar simultáneamente un único tren de impulsos desde cada abonado activo, dentro de su ranura temporal asignada, en las tres antenas, con lo que se consigue también una diversidad espacial triple. En la Figura 10 se muestran las estructuras de secuencia temporal global para los enlaces de CDMA directo e inverso, en la estación de transferencia. Para propósitos ilustrativos se han mostrado seis ranuras temporales, pero, como se ha descrito previamente, es posible implementar cualquier número de ranuras temporales, 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 temporales activas puede distribuirse sobre el número total de ranuras temporales, e incluso pueden utilizarse más de tres ranuras temporales. Con la diversidad triple, la potencia transmitida desde los terminales de usuario de CDMA puede reducirse en al menos 5 dB, probablemente más, pero 5 dB se encuentra dentro del mantenimiento de la coincidencia con el rendimiento del enlace directo. En cualquier caso, la potencia transmitida se controla y mantiene en la magnitud mínima al objeto de mantener un enlace de alta calidad. Es también posible, a frecuencias más altas, conseguir una cierta independencia de las antenas incluso en un radio o área relativamente pequeña. Por lo tanto, puede aplicarse una solución similar de diversidad espacial y temporal de la transmisión, que se utiliza en el enlace directo, también al enlace inverso. La diversidad doble debe dar lugar a una mejora significativa en la mayoría de situaciones.

Cada estación de transferencia transmite de forma continua un canal de espectro ensanchado para propósitos de sincronización y control. El canal de sincronización y control identifica la estación de transferencia particular y gestiona los terminales de usuario siempre y cuando estos se hayan asignado a la estación de transferencia. Una gran parte del tiempo, el canal de sincronización y control no transporta ningún tráfico de usuario. El canal de sincronización y control puede ser un canal de banda estrecha que puede ser fácilmente captado y vigilado. La parte de soporte de información de la señal de control tiene una ranura temporal preasignada e incluye mensajes de sistema y de señalización para todos los usuarios asignados al área particular cubierta por esa estación de transferencia. La ganancia de tratamiento es suficiente para permitir que una estación de transferencia incluya varias señales de CDMA dotadas de ranuras temporales, destinadas a ser transmitidas en paralelo, con lo que se permite compartir el conjunto geoméricamente ordenado de antenas. Asimismo, tan solo se requiere un único canal de sincronización y control para los múltiples módulos de CDMA dotados de ranuras que están integrados en una única posición.

#### 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 o conectada 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 dispositivo combinatorio 1314 selecciona y combina los datos guardados en los registros de almacenamiento intermedio 1306, 1308 y 1310, a 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 analógica 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 1302ización y regulación de secuencia temporal, que también mide el retardo de la señal para una medición de posición, según se describe más adelante.

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 temporal T1, en el registro de almacenamiento intermedio 1306, un segundo de los paquetes de datos, durante la ranura temporal T2, en el registro de almacenamiento intermedio 1308 de memoria, y un tercero de los paquetes de datos, recibido durante la ranura temporal T4, en el registro de almacenamiento intermedio 1310 de memoria. El dispositivo combinatorio 1314 selecciona uno o más de los contenidos de los registros de almacenamiento intermedio de memoria para ser combinados o seleccionados como los mejores datos recibidos, para su conversión en una salida de audio analógica de la salida del convertidor de digital a analógico 1316. Utilizando tres paquetes de datos con diversidad temporal y espacial, el presente sistema es menor susceptible de desvanecimiento, y, como se utiliza el mismo receptor para desmodular las tres muestras, no es necesario ningún procedimiento de equilibrado de la intensidad de la señal compleja.

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 temporal T3, el transmisor de CDMA 1318 codifica el contenido del registro de

almacenamiento intermedio 1320 para su transmisión como 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 temporalmente el receptor y, en particular, el dispositivo de correlación conforme este lleva a cabo 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 secuencialmente las tres señales con diversidad espacial, dentro de las tres diferentes ranuras temporales, y se traslada entonces a diferentes códigos para buscar señales mejoradas procedentes de otras estaciones de transferencia. Ese mismo receptor también se utiliza para el propósito de captación y seguimiento. Puesto que el terminal de usuario no recibe durante la ranura en la que está transmitiendo, no hay necesidad de un diplexador ni de un filtro de ranura. Tan solo se utiliza un simple conmutador de encendido / apagado. Puesto 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 tratamiento de banda de base puede llevarse a cabo en un procesador común de velocidad relativamente baja.

En las ranuras temporales en las que el terminal de usuario no está recibiendo ni transmitiendo, el receptor es libre de buscar los canales de sincronización y control procedentes 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 cesión. El controlador de red utiliza esta entrada, conjuntamente con otra información, para tomar la decisión de la cesión. El controlador de red envía el mensaje de cesión a las entidades afectadas. Las identidades de los códigos que se han de buscar por parte del terminal de usuario, son proporcionadas por el controlador central de red a través de la estación de transferencia, donde se colocan en el canal de control.

ESTRUCTURA DE RANURAS TEMPORALES; Figuras 10A, 10B, 11A, 11B, 17

En la Figura 10A se muestra la asignación de ranuras temporales para multiplexar, según se indica por la referencia 6, llamadas simultáneas. Se ilustran en ella asignaciones de ranuras temporales para transmisión, 1002, y para recepción, 1004. La entrada de cada caja contiene la actividad durante la ranura temporal correspondiente. Durante la ranura temporal 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 temporal 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 temporal 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.

Nótese que, durante la ranura temporal 3, ninguna de las antenas A, B o C está transmitiendo al usuario 1. En lugar de ello, el usuario 1 está transmitiendo y la estación de transferencia está recibiendo por las tres antenas desde el usuario 1. Sin embargo, durante la ranura temporal 4 se realiza la tercera transmisión al usuario 1. Es decir, durante la ranura temporal 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 temporales 5 y 6 no se utilizan directamente para la transferencia de datos hacia o desde el usuario 1. Las asignaciones de ranuras temporales que se han mostrado en las Figuras 10A, 10B, 11A y 11B son consistentes con la Figura 7, en la que el usuario 1 está recibiendo durante las ranuras temporales 1, 2 y 4, y transmite durante la ranura temporal 3. El patrón puede observarse en las asignaciones de ranuras de la Figura 10, al buscar los tiempos en que se transmite T1. La transmisión de T1 aparece en las ranuras temporales 1, 2 y 4, respectivamente por las antenas A, B y C. No aparece ninguna transmisión a T1 durante T3, pero una referencia a las ranuras temporales de recepción 1004 indica que se recibe R1 procedente del usuario 1, durante la ranura temporal 3. Puesto que, en cualquier ranura temporal dada, existen tres transmisiones y una recepción simultáneamente, se requieren al menos 4 secuencias de código de ensanchamiento de PN de CDMA susceptibles de encaminamiento.

Así, pues, se utiliza la multiplexación por visión en el tiempo en el sentido de que ranuras temporales sucesivas portan datos dirigidos a diferentes usuarios. Se emplea la multiplexación por división en código en el sentido de que, durante cada ranura temporal multiplexada en el tiempo, múltiples secuencias de código de PN permiten la comunicación simultánea con múltiples usuarios. El resultado es una señal multiplexada por división en el tiempo y multiplexada por división en código.

En la Figura 10B se muestra la asignación de ranuras temporales para la multiplexación, según se indica por la referencia 12, de llamadas simultáneas. Se ilustran en ella las asignaciones de ranuras temporales para la transmisión, 1006, y para la recepción, 1008. Durante la ranura temporal 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 desde el usuario 5, y R11 desde el usuario 11.

La asignación de ranuras temporales para la multiplexación, según se indica por la referencia 24, de 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 han ilustrado las asignaciones de ranuras temporales para la transmisión, 1102, 1104, 1106, y para la recepción, 1108. A modo de ejemplo, durante la ranura temporal 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 temporal 5), las antenas A, B y C reciben R3, R9, R15 y R21 (es decir, R3 procedente del usuario 3, R9 desde el usuario 9, R15 desde el usuario 15 y R21 desde el usuario 21).

Para la Figura 10A, se requiere un único codificador de CDMA por cada antena para manejar, según se indica por la referencia 6, las llamadas simultáneas. En la Figura 10B, se requieren dos codificadores de CDMA por cada antena para manejar 12 llamadas simultáneas. Similarmente, en la Figura 11A, se requieren cuatro codificadores de CDMA por cada antena. De esta forma, 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 temporales, el número de codificadores disminuirá proporcionalmente.

#### CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA; Figuras 14, 16

Una mejora de acuerdo con la presente invención extiende la distancia entre las antenas de diversificación 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 extendido 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 la solución de diversificación de la transmisión por múltiples estaciones de transferencia.

Sin embargo, en lugar de utilizar un cable independiente para cada antena, una realización comparte un único cable y hace uso de la multiplexación en frecuencia para asignar una frecuencia portadora de cable diferente a cada antena. De esta forma, la señal deseada se transmite únicamente desde 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 constructivo básico es el módulo de CDMA estructurado en seis ranuras temporales, que excita en serie tres antenas para obtener una diversidad espacial y temporal de transmisión triple. En aras de la simplicidad, el diseño de la estación de transferencia que se encarga de la señal de TDMA entrante, tiene también una estructura de seis ranuras temporales básica. La estructuración modular de seis ranuras temporales puede ser fácilmente desplegada para dar acomodo 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 la W o la WE, como la entrada a la estación de transferencia; sin embargo, un sistema de distribución por cable funciona igualmente bien con señales por cables instalados, como entrada.

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, puesto que esta no tiene que hacerse más robusta o alimentarse energéticamente a distancia. Ello también reduce el número de repuestos requeridos así como el coste de mantener las unidades, puesto que estas se encuentran, todas ellas, en un mismo lugar y son de fácil acceso. Las estaciones de transferencia pueden ser también reasignadas dinámicamente a medida que la carga de tráfico cambia durante el día o la semana, por lo que se reduce significativamente el número total de estaciones de transferencia requeridas. La anchura de banda de la red de distribución se incrementa, pero los desarrollos en el sistema de distribución por cable y fibra óptica tienen una anchura de banda en aumento para un coste en disminución, a fin de adaptarse al incremento de anchura de banda a un coste razonable. La ventaja de tener varias opciones de interconexión que seleccionar significa que la elección de la interconexión se convierte en una elección económica determinada por los factores de coste asociados con cada instalación. Cabe esperar que cada red incluya muchas de las opciones de interconexión o todas ellas.

La disposición del sistema en la que las estaciones de transferencia son trasladadas de vuelta a la misma posición que el controlador central, se ha representado en la parte inferior de la Figura 14. Se utiliza un sistema general de distribución de banda ancha por cable o fibra óptica en ambos sentidos 1402 para enlazar las estaciones de transferencia ubicadas centralmente con las antenas situadas remotamente o 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 centralmente con cada antena de estación de transferencia. Sin embargo, por simplicidad, es preferible retener el protocolo de TDMA con su protocolo de interfaz aérea con diversidad espacial / temporal triple, de CDMA estructurada en ranuras temporales, y una señal de traducción a frecuencia como 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 utilizando la misma frecuencia de cable. La antena de estación de transferencia situada en la posición N incluye un transmisor-receptor, o transceptor, que es sintonizado 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 esta forma, como se muestra en la Figura 16, cada posición remota incluye un transceptor remoto (transmisor, receptor, oscilador local, diplexador y antena) en la ubicación 1602. La unidad emplazada remotamente o a distancia es un receptor, traductor de

frecuencia y transmisor de baja potencia relativamente simple, tanto para el sentido directo como para el inverso. Resulta adecuado un amplificador transmisor de baja potencia porque las celdas son pequeñas y se está utilizando la diversidad triple (tres antenas y tres ranuras temporales) para enlazar la estación de abonado con el sistema. El lado de transmisión del controlador central proporciona flujos de información individuales conjuntamente con la información de señalización y control asociada, en la interferencia A' de la Figura 14, que se presenta en ranuras temporales susceptibles de ser asignadas, en forma de paquetes.

La información de señalización incluye el (los) denominado(s) 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 (esto es, qué estación de base, estación de transferencia, designación de antena), magnitudes de potencia, tráfico de activación o de desactivación, mensajes de cesión, 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 hace pasar también una cantidad significativa de información durante el tiempo que el tráfico de voz de telefonía se encuentra realmente 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 de 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 espacial / temporal triple, de CDMA y estructurado en ranuras temporales, y transmite esta señal primero por la antena A, seguidamente por la antena B y, por último, por la antena C (Figura 14).

El módulo 1404 de estación de base y estación de transferencia (B-T) combinadas, situado centralmente, combina la función de la estación de 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 temporales. 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 de 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, 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 es sencillamente conmutada en instante apropiado. Cuando se utiliza 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 similarmente ágil en frecuencia.

Es importante apreciar que la información de usuario es reproducida o copiada en cada una de las tres ranuras temporales, pero que el código de PN continúa en curso y es diferente durante cada ranura temporal. En consecuencia, la repetición no es la misma que en el caso de la imitación de múltiples caminos o de múltiples caminos emulados. El generador de PN simplemente sigue en funcionamiento 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 el inicio de una secuencia de PN nueva.

En la siguiente exposición se ha supuesto que las ranuras temporales discurren unas justamente detrás de otras; esto no es, sin embargo, necesario siempre y cuando el receptor tenga un conocimiento a priori de la secuencia de saltos. En la realización preferida, el B-T transmite en dos ranuras temporales contiguas y, seguidamente, permanece a la escucha de la señal de respuesta procedente del terminal de usuario. Durante la ranura temporal de transmisión de usuario, el terminal de usuario indica al módulo B-T que no envíe la tercera ranura temporal de diversidad si las dos primeras ranuras temporales 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 llevar a cabo otras funciones.

Una solución alternativa consiste en utilizar un código de corrección de errores en sentido directo de 1/3 que es ensanchado sobre las tres ranuras. El uso de semejante codificación proporciona un rendimiento mejorado si las estadísticas de errores durante cada una de las ranuras temporales son prácticamente la misma. Si una ranura temporal empeora significativamente, y puede ser identificada como mala, puede ser mejor ignorar la ranura temporal mala y solicitar una cesión de antena para reemplazar esa ranura temporal, en el caso de que el deficiente rendimiento continúe. Como se espera que las estadísticas de canales con diversidad real den como resultado unas estadísticas de ranuras temporales desiguales, la alternativa preferida es no utilizar un código de corrección de errores en sentido directo en las tres ranuras temporales. Incluso aunque se encuentren únicamente incluidos dentro de cada ranura temporal códigos de detección y corrección de errores, es posible utilizar códigos de corrección de errores en sentido directo a lo largo de múltiples ranuras temporales.

Cada antena, suponiendo que hay datos que transmitir, transmite durante cada una de las ranuras temporales. Puesto que los datos son transmitidos tres veces, existirán tres señales de CDMA que se transmiten en cada ranura temporal, 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 temporal (véanse las Figuras 11A, 11B). Si el factor de utilización es aproximadamente el 50%, entonces solo se transmitirán realmente seis señales de CDMA, y si del 20% al 25% del tiempo la tercera ranura temporal no se requiere, solo de 4 a 5 señales de CDMA serán transmitidas en un momento dado. Se utilizan las mismas antenas para el lado de recepción, o enlace inverso (del usuario a la estación de transferencia).

Como ya se ha dicho anteriormente, el terminal de usuario de CDMA transmite únicamente durante una ranura temporal, y la estación de transferencia simultáneamente recibe esa transmisión por esas mismas tres antenas, de lo que resulta una diversidad espacial triple en el receptor. Las tres señales de recepción llegan a la estación de transferencia, o módulo B-T, ya sea por hilos independientes, ya sea a diferentes frecuencias, como se muestra en las Figuras 15 y 16, y son procesadas o tratadas por separado. Estas señales tratadas son sumadas entre sí utilizando dispositivos combinatorios de probabilidad máxima. La S/I desde cada camino de antena es medida y guardada en memoria a lo largo de un intervalo de al menos diez ranuras temporales. El registro de las estadísticas de señales es utilizado por el procedimiento de combinación de probabilidad máxima. Las estadísticas de señales almacenadas son también de utilidad en el procedimiento de decisión con el fin de llevar a cabo una cesión a otras antenas.

El procedimiento de cesión 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 procedente del receptor de CDMA de usuario, que opera en ese enlace durante una ranura temporal asignada que está identificada con una antena particular. En el enlace en sentido inverso, recibe información acerca de los caminos independientes a través de diferentes antenas. La información sobre la calidad de los caminos que pasan por una antena concreta, puede ser evaluada y comparada con otros caminos en curso en ese momento que pasan por antenas diferentes, y con otros caminos nuevos que el terminal de usuario está buscando continuamente. Cuando un camino vigente en ese momento dentro de una ranura temporal concreta continúa deteriorándose y se encuentra disponible un camino mejor, el controlador central asigna un nuevo camino (antena) al terminal de usuario y notifica al terminal de usuario que lo ha hecho así.

El procedimiento de cesión para la estación de transferencia es similar, excepto por que la cesión es generalmente entre estaciones de transferencia, en vez de entre antenas. Cuando se ceden desde una estación de transferencia a otra estación de transferencia, las tres antenas asociadas con una estación de transferencia particular son cedidas 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, puede también utilizarse el procedimiento de cesión descrito para el módulo B-T.

Descripción de funcionamiento: Un nuevo abonado activa o 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 hace pasar al controlador central, que lo confirma con un mensaje de confirmación 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 sitúa en el archivo para usuarios activos. El nuevo usuario está ahora registrado y todas las llamadas serán remitidas a esta nueva región de servicio.

Existen 28 códigos de sincronización diferentes, de manera que se asigna un solo código de sincronización a cada área. Las 28 áreas conforman una región y los códigos son repetidos 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 para que así el controlador encamine 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 en curso, para buscar con el propósito de identificar caminos de diversificación o candidatos a la cesión. El nuevo usuario continúa supervisando el canal de sincronización y control durante la mitad de sus ranuras temporales. La otra mitad de sus ranuras temporales las explora en busca de mejores canales de sincronización.

El usuario es localizado a distancia en el canal de control y se le proporciona un CDMA y una asignación de ranura temporal 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 temporal durante toda la duración de la llamada. El terminal de usuario permanece en este estado hasta el final de la llamada, a menos que la señal por uno o por toda la diversidad de caminos se debilite. Puesto que el receptor de usuario está continuamente evaluando las señales entrantes y explorando en busca de los nuevos mejores caminos, sabrá si un camino se está deteriorando e informará al controlador de esta situación, así como de una lista de los mejores candidatos. El controlador central ordenará una cesión y el terminal de usuario se dirigirá al nuevo código de CDMA y ranura temporal. Nada de esta actividad es detectable por el usuario final.

Al comienzo de cada ranura temporal existe una corta sección o tramo sin modular, carente de información de usuario, que se utiliza para la resincronización y el ajuste del alcance, seguida por una corta sección de mensaje de control. Estos cortos trenes de impulsos son enviados 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 temporal. Ha de apreciarse que están disponibles cuatro ranuras temporales en el canal de sentido directo para hacer pasar información de usuario, dependiendo de los acuerdos a que se haya llegado entre el usuario y el controlador central. Estas ranuras según se ha descrito anteriormente pueden ser desactivadas para que otros usuarios tengan acceso a capacidad adicional. Las múltiples ranuras temporales pueden ser utilizadas para mejorar la diversidad o para enviar velocidades de

datos incrementadas, múltiples canales de datos o un canal de gráficos, conjuntamente con un canal de voz. Es también posible la posibilidad de extensión a varias partes en una llamada de conferencia.

TRATAMIENTO DE LOCALIZACIÓN; Figuras 20, 21, 22, 23

5 La Figura 20 muestra los enlaces por radio de la Figura 1 o de la Figura 4, y en ella el coche y su antena se han representado por la antena de usuario U. Los enlaces por radio se han estructurado en ranuras temporales según se muestra en la Figura 10A. El enlace por radio AU está estructurado en ranuras temporales y se ha representado durante la ranura temporal 1. El enlace por radio BU también se ha estructurado en ranuras temporales y está presente durante la ranura temporal 2. El enlace por radio CU se ha estructurado también en ranuras temporales y está presente durante la ranura temporal 4. El enlace por radio 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 camino entre los enlaces por radio AU y BU. Similarmente, la longitud de camino del enlace por radio AU se utiliza también como referencia para medir la diferencia de longitudes de camino entre los enlaces por radio AU y CU.

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

20 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 intersecan o cortan entre sí, en los puntos X y Z. En consecuencia, su posición se ha reducido a dos puntos posibles. La tercera determinación de distancia ubica al usuario en algún lugar de un círculo C. Puesto 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 tratamiento para la localización de la posición convierte estas coordenadas en instrucciones manejables por el usuario. Las mediciones de distancia por parte del sistema de CDMA se obtienen como sigue:

- 30 1. El pseudocódigo de ruido, conforme este es tendido entre A y U para actuar como patrón o vara de medir. El tiempo necesario para la propagación entre A y U permite muchas crestas u oscilaciones de onda, el tiempo de propagación en microsegundos, multiplicado por la tasa o velocidad de oscilaciones de onda, en millones de oscilaciones de onda, para representar la longitud del enlace o para "ser almacenado" en el enlace durante la propagación de la señal. Véase la Figura 20.
- 35 2. Existen dos formas de aumentar el número de oscilaciones de onda que caben en el recorrido de propagación. Una de ellas consiste en aumentar la longitud del camino y la otra es acelerar la velocidad del reloj de generación de oscilaciones de onda. Incrementar la velocidad del reloj de generación de oscilaciones de onda es análogo a marcar una regla con una escala menor. En consecuencia, un aumento en la velocidad del reloj de generación de oscilaciones de onda almacena más oscilaciones de onda en el retardo de camino y permite la posibilidad de realizar mediciones más precisas.
- 40 3. La longitud del camino desde la antena A hasta el terminal U de usuario y de vuelta a la antena A puede ser medida 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 conforme esta es recibida de vuelta en la antena A, con la señal que se había transmitido previamente desde la antena A. Si se retarda la señal original hasta que coincide, oscilación con oscilación, con la señal recibida, en A, y se cuenta el número de oscilaciones de onda que están desplazadas, el retardo total es proporcional a dos veces la distancia entre la antena A y la antena U.
- 45 4. La precisión de la medición de la distancia es aproximadamente 0,076 del número de metros [ $\frac{1}{4}$  del número de pies] que representa una sola oscilación de onda. El factor 0,076 de oscilación de onda es una restricción de implementación determinada por el grado de precisión con que se detecte y efectúe el seguimiento del pico de correlación. Es posible reducir este error mediante técnicas de autocorrelación, pero el factor 0,076 de oscilación de onda es una resolución realista.
- 50 5. Para determinar la longitud del camino entre la antena A y el terminal U de usuario, según se ha descrito en el párrafo 3 anterior, la Figura 22 muestra las señales 2202 transmitidas y las señales 2204 recibidas por la antena A. Para una velocidad del reloj de generación de oscilaciones de onda de 10 millones de oscilaciones por segundo, cada oscilación representa aproximadamente 30,40 m (100 pies). El retardo de 51 oscilaciones de onda entre las señales transmitida, 2202, y recibida, 2204, representa el tiempo requerido por una onda de radio para completar un recorrido de ida y vuelta entre la estación de abonado y la estación de transferencia. La mitad del retardo del recorrido de ida y vuelta, o 25,5 oscilaciones de onda,
- 55

representa la distancia hasta la antena. De esta forma, 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)).

- 5           6. Así, pues, la distancia AU se mide con bastante precisión. Como se ha descrito anteriormente, el receptor se sirve de un único receptor para todas las ranuras temporales. Aunque el receptor de abonado se encuentra a la escucha de la ranura temporal uno, está funcionando en combinación con la estación de 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 de base, como se ha descrito anteriormente, compara la fase recibida con la fase transmitida a fin de determinar la distancia absoluta. La estación de base transmite entonces el valor de la distancia, así medido, al terminal de usuario, donde es almacenado para su recuperación y uso futuros. Como se ha hecho notar anteriormente, lo importante es la fase de la forma de onda; si el punto de partida, el vector 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, desplazado en un descentramiento o decalaje definido.
- 10
- 15           7. Los mismos procedimientos de medición en sentido directo e inverso anteriormente descritos pueden utilizarse 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. Sin embargo, 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 recorridos o caminos. Al hacerlo así, el receptor se ajusta a la diferencia de longitudes de camino al comienzo de cada ranura temporal. Una vez que se ha llevado a cabo el ajuste, la primera vez, el receptor utiliza esta antena como canal de información, el código es almacenado y retenido en la memoria hasta que la radio retorna a esta ranura temporal, con lo que es extraído de la memoria y utilizado como punto de partida para los bucles de seguimiento. En consecuencia, el receptor está esencialmente manteniendo tres conjuntos independientes de parámetros de receptor, que emulan tres receptores diferentes, un conjunto de parámetros para la ranura temporal 1, un conjunto diferente para la ranura temporal 2 y aún un conjunto diferente para la ranura temporal 3. Las distancias a la antena B y a la antena C pueden determinarse sumando o restando el descentramiento, medido en crestas u oscilaciones de onda, con respecto al valor de distancia absoluta medio en el enlace AU. Realmente, el descentramiento se determina antes de utilizar la ranura temporal por primera vez como canal de información, y esta determinación se lleva a cabo en el procedimiento de búsqueda de nuevos caminos para la cesión. El retardo y la medida de la calidad de la señal se determinan y mantienen en el archivo de objetivos de cesión potenciales. Estas medidas de descentramiento de retardo también se utilizan como medidas de distancia adicionales en el procedimiento de localización de la posición.
- 20
- 25
- 30

35           En particular, prosiguiendo con el ejemplo anterior, la señal 2302 transmitida por la antena A representa una distancia de 25,5 crestas u oscilaciones desde la antena A hasta la antena U de terminal de usuario. La señal 2304 recibida en la antena U, procedente de la antena A, se utiliza como referencia para medir el tiempo de llegada relativo de las señales procedentes de las antenas B y C, ajustado para las diferentes ranuras temporales en que estas señales están ubicadas.

40           Puesto que la regulación temporal para las ranuras temporales 1, 2 y 3 es secuencial, los patrones o configuraciones de oscilación de onda en tiempo real para las ranuras 2 y 3 no se solapan. Sin embargo, tras el ajuste para los retardos de las ranuras temporales, la relación entre regulaciones de secuencias temporales es como se muestra en la Figura 23. Así ajustada para la diferencia de ranuras temporales, la señal 2306 recibida, procedente de la antena B, en la antena U de terminal de usuario, es recibida con antelación (es decir, decalada o descentrada con respecto a señal procedente de la antena B) en 8 crestas u oscilaciones de onda. Similarmente, la señal 2308 recibida, procedente de la antena C, en el terminal U de usuario es también recibida con antelación (esto es, descentrada con respecto a la señal procedente de la antena C), pero en 6 oscilaciones de onda. Las señales recibidas pueden estar, 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. Y a la inversa, una recepción con retraso indica que la antena (B o C) está más alejada que la antena A.

45

50           En la Figura 23, la distancia desde la antena B a la antena U es  $25,5 - 8 = 17,5$  crestas u oscilaciones de onda. En metros, 17,5 oscilaciones de onda son  $17,5 \times 30,48 = 533,40$  metros ( $17,5 \times 100 = 1.750$  pies), la longitud del camino BU. La distancia desde la antena C hasta la antena U es  $25,5 - 6 = 19,5$  oscilaciones de onda. En metros, 19,5 oscilaciones de onda son  $19,5 \times 30,48 = 594,36$  metros ( $19,5 \times 100 = 1.950$  pies) = longitud del camino 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.

55

60           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.

5 SERVICIOS DE LOCALIZACIÓN; Figuras 18, 19

Puesto que el receptor de la estación de abonado está recibiendo información por tres caminos diferente que parten de posiciones conocidas, la información para la localización de la posición se deduce midiendo el tiempo de llegada de los mensajes con respecto a una referencia temporal fija. La precisión de la medición depende de la velocidad de generación de oscilaciones de onda, pero una velocidad de generación de oscilaciones de onda de 10 millones de oscilaciones por segundo ofrece bastante precisión. Existen diversas maneras como se puede llevar a cabo la medición de la posición y su presentación visual, dependiendo de cuánta capacidad de procesamiento o tratamiento esté disponible en el terminal de usuario. La elección también depende de quién utilizará realmente la información. Esta puede ser bastante pasiva, utilizando tan solo la información del descentramiento relativo de las oscilaciones de onda, y obteniendo una referencia de la celda vigente en ese momento. El usuario puede deducir localmente y presentar visualmente su posición, similarmente al uso de un satélite de GPS.

Un receptor de GPS presenta visualmente la lectura de la longitud y la latitud. La información de posición puede ser también enviada de vuelta a un centro de tratamiento que proporcione un servicio a un usuario. El centro de tratamiento convierte las coordenadas de longitud y latitud en una posición que tiene un significado geográfico, tal como un número de bloque o manzana de una calle concreta.

La medición de la posición geográfica local es particularmente atractiva para la gente preocupada por su seguridad o por problemas de salud. El gestor del centro de servicio puede, bien informar a la policía, bien designar a un familiar, 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 avisos específicos que surgen de forma continua en los cruces, a medida que el usuario se desplaza por la ruta sugerida. Los avisos o instancias pueden adoptar la forma de una orden de voz o una presentación visual 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 pueden también ser modificadas conforme 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 del sistema descritas anteriormente, la separación entre antenas se establece de modo que sea suficiente para ofrecer una capacidad de localización de la posición precisa. Gracias al emplazamiento de las antenas para obtener caminos independientes que sean suficientes para evitar un desvanecimiento plano como consecuencia de obstáculos interpuestos, la separación es entonces también 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 localización es nominal.

El tratamiento para la localización de la posición se lleva a cabo por un proveedor tercero que posee y gestiona el centro de localización de la posición. El servicio de localización puede ser desempeñado de diversas maneras. La solución preferida consiste en hacer que el terminal de usuario sea el repositorio para toda la información de localización, a través de la constitución y el mantenimiento de un archivo de localización. El centro para la localización de la posición pregunta al terminal de usuario a través de la red de telefonía pública conmutada normal (preferiblemente, de paquetes) cuando necesita información. De preferencia, se utiliza una provisión para encriptación o cifrado durante la transmisión, y se emplea un código de acceso por privacidad. El terminal de usuario puede también enviar información de localización al centro de localización, asimismo a través de la red de telefonía pública conmutada, en respuesta a la activación por parte del usuario. Por ejemplo, cuando el usuario pulse un botón de alarma, la radio enviará el mensaje de alarma, conjuntamente con la información de localización, al centro de localización. El centro de localización responderá de acuerdo con direcciones preestablecidas y con el nivel del servicio suscrito. Puesto que la radio del terminal de usuario desarrolla la información de descentramiento del código internamente, 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 de base / antenas. La información de distancia, que se proporcionará como una característica de servicio al usuario, debe identificar la estación de base / antena. Todas las mediciones han de llevarse a cabo dentro de una ventana temporal de 100 milisegundos, o el error como resultado del movimiento del vehículo entre mediciones se hará excesivo. Para vehículos detenidos o peatones, la ventana temporal para llevar a cabo mediciones de localización puede ser mucho más larga, puesto 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 [o en metros], el tiempo en milisegundos y la identidad de la entidad que mide. Al recibir el mensaje de distancia, el terminal de usuario almacena el mensaje y lleva a cabo mediciones de descentramiento de código para diversas antenas diferentes, y, si los niveles o intensidades de la señal son adecuados, almacena la información compuesta en el

archivo de localización. El archivo de localización es retenido hasta que se recibe, por parte de 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 descentramiento de código y actualiza el archivo de localización.

5 Cuando el centro de localización pregunta a la radio del terminal de usuario acerca de su localización o posición, la radio envía el contenido del archivo de localización. El centro de localización procesa o trata estos datos y los convierte en datos de mapa o cartográficos muy precisos, ubicándolos en una calle concreta (que puede presentarse visualmente 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 a ser localizado a distancia. 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 descentramiento de código. Si el abonado está manteniendo una conversación, el terminal de usuario está transmitiendo, y la estación de base realiza una medición cada diez segundos, y si la distancia cambia más de 30,38 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 descentramiento de código local y actualiza el archivo.

15 Puede observarse que el archivo de localización de terminales de usuario se actualiza al menos cada minuto y más a menudo si está garantizado. En consecuencia, 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 localización 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 descentramiento y envía el nuevo archivo de localización tres veces. El mensaje de alarma es repetido cada treinta segundos, hasta que la batería se agota. La radio del terminal de usuario puede tener un módulo añadido (con su propia batería) que emite un tono audible cada vez que es transmitido el mensaje de alarma de radio.

20 El sistema genera información de localización en bruto en el terminal de usuario, que ha de ser convertida en datos cartográficos legibles por una persona. En general, las lecturas básicas de longitud, latitud, o ángulo y distancia son finas. Sin embargo, existe la necesidad de que una tercera parte traduzca estos datos a un formato que sea rápidamente utilizable por el gran público, como negocio de servicios que es. Puesto que el terminal de usuario tiene la información de localización básica, esta puede ser proporcionada a cualquier entidad autorizada que la solicite desde el terminal de usuario. El centro de tratamiento de localización pregunta periódicamente a los terminales de usuario abonados y mantiene un archivo sobre su localización 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 localización 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 localización 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 es dirigido al centro de localización, 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, resulta 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.

35 El sistema ciertamente requiere, en particular en su configuración distribuida según se ha descrito anteriormente, una referencia de tiempo cero consistente a través de las diferentes antenas de estación de base. El hecho de tener a disposición una referencia de tiempo cero reduce significativamente el tiempo requerido para resincronizar conforme la señal salta de una antena a otra, y también ayuda en el procedimiento de búsqueda y cesión. La capacidad de aplicación a la localización anteriormente descrita permite que el sistema lleve a cabo periódicamente una autocalibración, al colocar varios de los terminales de usuario, según se ha descrito anteriormente, en 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 utilizan para mostrar el retardo efectivo durante el procedimiento en el que se introduce un retardo variable al aumentar o reducir el retardo del sistema en uno o más de los caminos de señal, en el procedimiento de recalibración o ajuste.

45 El procedimiento de calibración puede automatizarse fácilmente. La automatización puede implementarse de dos maneras. La primera solución consiste en explorar o barrer los puntos de comprobación cada minuto y determinar cualquier error que se haya desarrollado. Si este error llega a un grado o magnitud significativa, el sistema de comunicación contacta con el centro de localización y proporciona al centro las correcciones que es necesario añadir como factores en los cálculos para la localización de la posición. Esta última solución requiere una estrecha coordinación entre el sistema de comunicación y el centro de localización de la posición. Sería deseable una solución más autónoma. El propio sistema de comunicación puede mantener por sí mismo el estado "cero"

adecuado mediante el barrido o exploración de los puntos de comprobación, tal y como se ha descrito anteriormente, y al tener la capacidad de insertar o extraer un retardo 1806 en el camino hacia la antena.

La Figura 18 ilustra un sistema con autocalibración. Una vez por minuto, el sistema pregunta a cada punto de comprobación 1802. Esto tiene 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 descentramiento de código y envía el contenido del archivo de localización al procesador 1804, donde el archivo recibido es comparado con un archivo que contiene las medidas correctas. Si la diferencia excede del 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 ello tuviera que ocurrir, el controlador no iniciaría ninguna medición que incluyera la pata que está sometida a recalibración. De esta forma, la capacidad de localización de posición también proporciona un servicio para el sistema de comunicación. La autocalibración tiene como resultado una reducción significativa en el coste de instalación y permite el uso de componentes de sistema más económicos.

Las comunicaciones relacionadas con la localización que se producen entre los dispositivos de antena y el terminal de abonado pueden ser fragmentadas en varios enlaces diferentes. Las funciones que se llevan a cabo por estos diferentes enlaces son: 1, la medición de distancia (requiere un enlace en ambos sentidos, pero sin 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 descentramiento de código (únicamente requiere que el terminal de usuario esté a la escucha; no se transfiere ningún dato); 4, la transmisión del archivo de localización al centro de localización 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 ser llevada a cabo únicamente por el sistema y, puesto 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 un recorrido de ida y vuelta.

El enlace en ambos sentidos es necesario debido a que la estación de base mide la diferencia de fases de código entre la señal que envía al terminal de usuario y la señal que recibe de este. En la Figura 18, la anterior función se lleva a cabo en el procesador 1804. En este sentido, el sistema funciona como un radar con un impulso de la anchura de una oscilación de onda de PN. El mensaje de enlace de datos en un solo sentido que transporta el mensaje de distancia al terminal de usuario, consiste en un único mensaje que incluirá, por lo común, un código de corrección de errores y que puede también requerir el envío de un mensaje de confirmación de vuelta desde el terminal de usuario a la estación de base. El mensaje de confirmación puede ser enviado independientemente o anexo como parte de la función de medición de distancia.

La información de descentramiento de código también se sitúa en un archivo que es accesible desde el exterior del sistema. Como se ha descrito anteriormente, el tiempo del terminal de usuario comparte un receptor por los tres caminos independientes que parten en diferentes instantes desde las tres diferentes antenas. Por lo tanto, el receptor realiza un seguimiento de tres caminos independientes, uno tras otro. El código de PN de cada camino es el mismo y, como se ha descrito en lo anterior, 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. Sin embargo, puesto 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 distintas ranuras temporales. Al final de cada ranura temporal, el tiempo exacto es conocido por adelantado, y el estado previo es almacenado por la computadora y restituido al comienzo de la siguiente ranura temporal asignada a la misma antena. De esta forma, 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. Nótese que el receptor tiene un estado de partida específico. Así, pues, la secuencia de PN ha sido desplazada para compensar la diferencia de distancias entre el camino entre el terminal de usuario y la primera antena y el camino entre el terminal de usuario y la segunda antena. La diferencia es el descentramiento de código, debido a que el descentramiento de código mide la diferencia de distancias. De esta forma, 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.

Se dispone de entradas adicionales, en número mayor que tres, en el archivo de localización, utilizando el modo de búsqueda normal del que se sirve la radio del terminal de usuario par identificar potenciales candidatos para la cesión. La radio del terminal de usuario busca los códigos piloto que parten de las antenas próximas con el fin de determinar si alguna de estas antenas tiene mejores señales que una de las tres que se están utilizando 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 temporal número uno, y si no se encuentra nada en ese estado, la radio añade una cresta u oscilación de onda a la longitud del camino e integra de nuevo. La radio sigue añadiendo oscilaciones de onda 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 descentramiento 0. En consecuencia, cuando la radio encuentra una nueva señal piloto, sabe cuántas oscilaciones de onda ha añadido antes de tener éxito. El número de oscilaciones de onda añadidas es también el descentramiento de código. El valor de descentramiento de código, conjuntamente con la identidad del código, que nombra de manera unívoca a la antena, y el sello temporal se introduce en el archivo de localización. La radio sitúa estas entradas en el archivo de localización 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 localización. Conforme continúa explorando, las entradas antiguas son reemplazadas por nuevas entradas mejores.
- Ahora que la información necesaria se encuentra disponible en el archivo de localización del terminal de usuario, puede ponerse a disposición de cualquier peticionario autorizado. Los servicios de localización pueden ser proporcionados por el operador de comunicaciones o por un proveedor de servicios independiente de la competencia. Además, existirán también grandes centros de localización privados operados por los propietarios de grandes flotas. El centro de localización 1902 recibe los archivos de posición a través de la red pública conmutada; véase la Figura 19. La red puede ser una red conmutada en circuitos o una red conmutada en paquetes. Una red conmutada en paquetes resulta adecuada y económica para este tipo de aplicación.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Una unidad de abonado de acceso múltiple por división en código, CDMA, que comprende:
- 5 una antena (1300), acoplada o conectada a un receptor (1304) configurado para recibir una señal con salto en frecuencia que incluye unas primera y segunda señales transmitidas de radiofrecuencia, de tal manera que la segunda señal de radiofrecuencia transmitida porta la misma información que la primera señal de radiofrecuencia transmitida, y la información portada por la primera señal de radiofrecuencia transmitida se ha codificado de forma extendida, de acuerdo con un primer segmento de código de extensión, durante un primer intervalo de tiempo, y la información portada por la segunda señal de radiofrecuencia transmitida se ha codificado de forma extendida, de acuerdo con un segundo segmento de código de extensión, durante un
- 10 segundo intervalo de tiempo que no se solapa con el primer intervalo de tiempo, de tal modo que el segundo segmento de código de extensión es diferente del primer segmento de código de extensión; y
- un circuito, conectado operativamente al receptor y configurado para procesar o tratar la señal con salto en frecuencia que porta la información basándose en la secuencia de salto.
- 15 2.- La unidad de abonado de CDMA de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual el circuito se ha configurado, adicionalmente, para combinar en diversidad la información procedente de las primera y segunda señales de radiofrecuencia transmitidas.
- 3.- La unidad de abonado de CDMA de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual el primer segmento de código de extensión constituye una primera parte de un código de extensión, y el segundo segmento de código de extensión constituye una segunda parte del código de extensión.
- 20 4.- La unidad de abonado de CDMA de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual los primer y segundo intervalos de tiempo están separados temporalmente uno de otro por un tercer intervalo de tiempo que tiene una duración igual a la duración del primer intervalo de tiempo.
- 5.- Un método para uso en una unidad de abonado de acceso múltiple por división en código, CDMA, de tal manera que el método comprende:
- 25 recibir una señal con salto en frecuencia, que incluye unas primera y segunda señales de radiofrecuencia transmitidas, de tal manera que la segunda señal de radiofrecuencia transmitida porta la misma información que la primera señal de radiofrecuencia transmitida, y la información portada por la primera señal de radiofrecuencia transmitida está codificada de forma extendida, de acuerdo con un primer segmento de código de extensión, durante un primer intervalo de tiempo, y la información portada por la segunda señal de radiofrecuencia transmitida está codificada de forma extendida, de acuerdo con un segundo segmento de código de extensión, durante un segundo intervalo de tiempo que no se solapa con el primer intervalo de tiempo, de manera que el
- 30 segundo segmento de código de extensión es diferente del primer segmento de código de extensión;
- procesar o tratar la señal con salto en frecuencia recibida que porta la información basándose en la secuencia de salto.
- 35 6.- El método de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende adicionalmente combinar en diversidad la información procedente de las primera y segunda señales de radiofrecuencia transmitidas.
- 7.- El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el cual el primer segmento de código de extensión constituye una primera porción de un código de extensión y el segundo segmento de código de extensión constituye una segunda porción del código de extensión.
- 40 8.- El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el cual los primer y segundo intervalos de tiempo están separados temporalmente uno de otro por un tercer intervalo de tiempo que tiene una duración igual a la duración del primer intervalo de tiempo.

FIG. 1

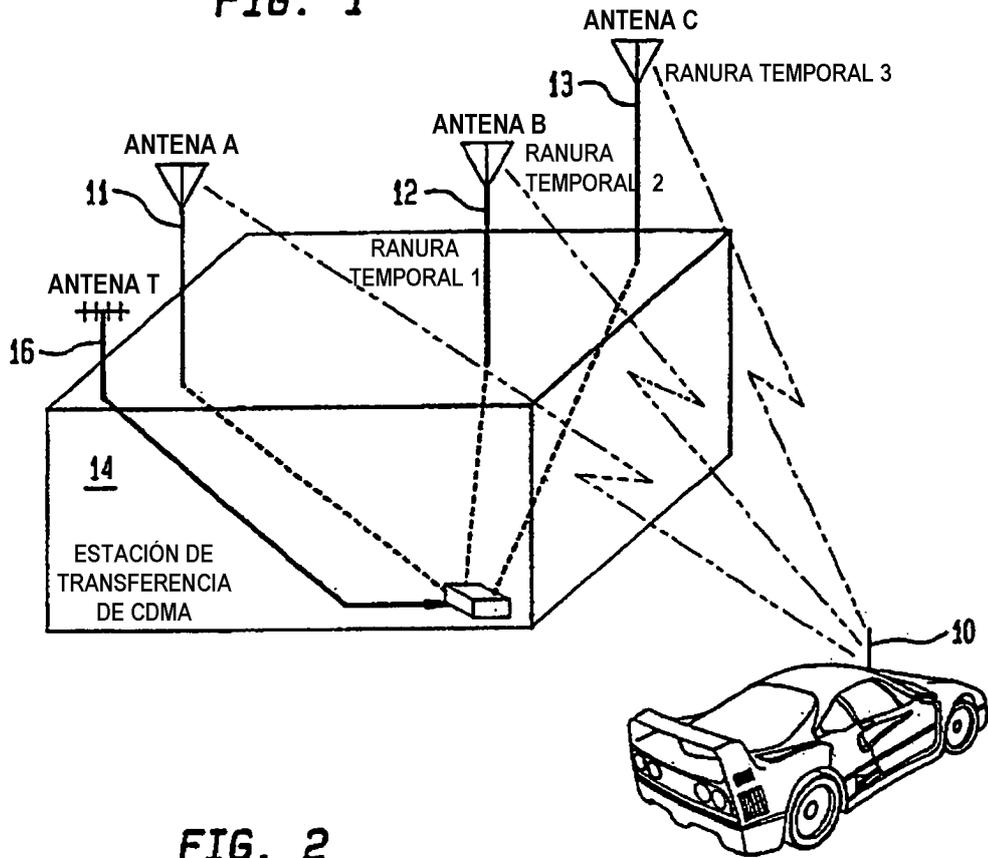


FIG. 2

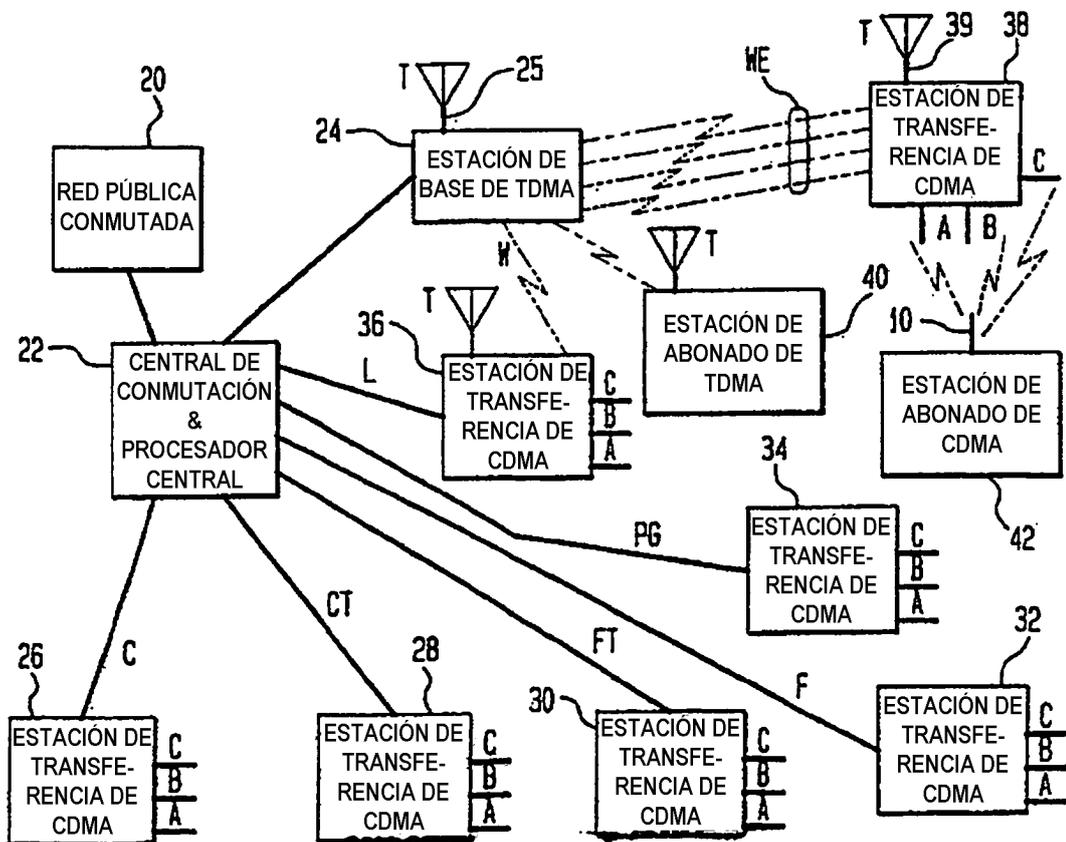


FIG. 3

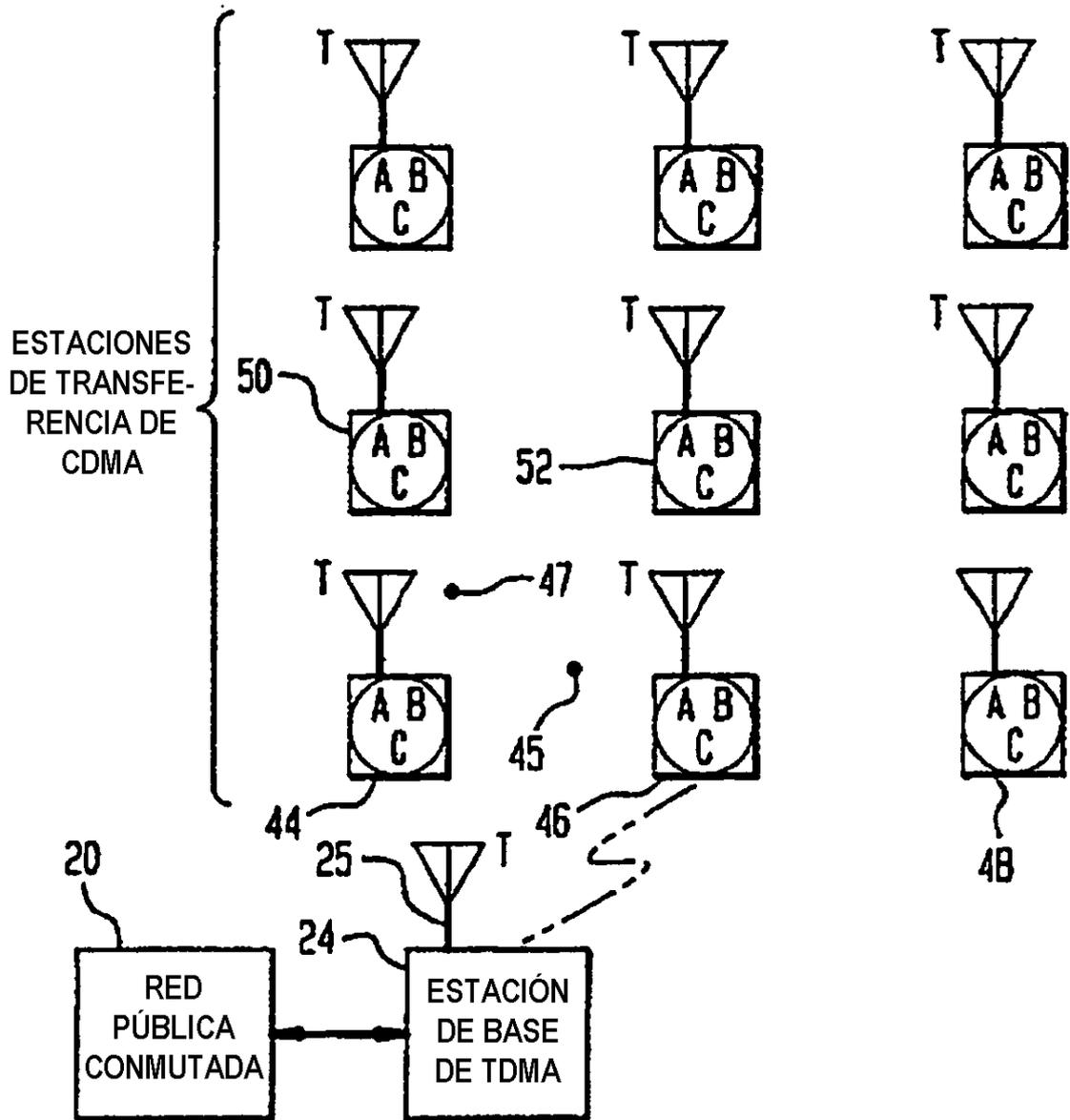


FIG. 4

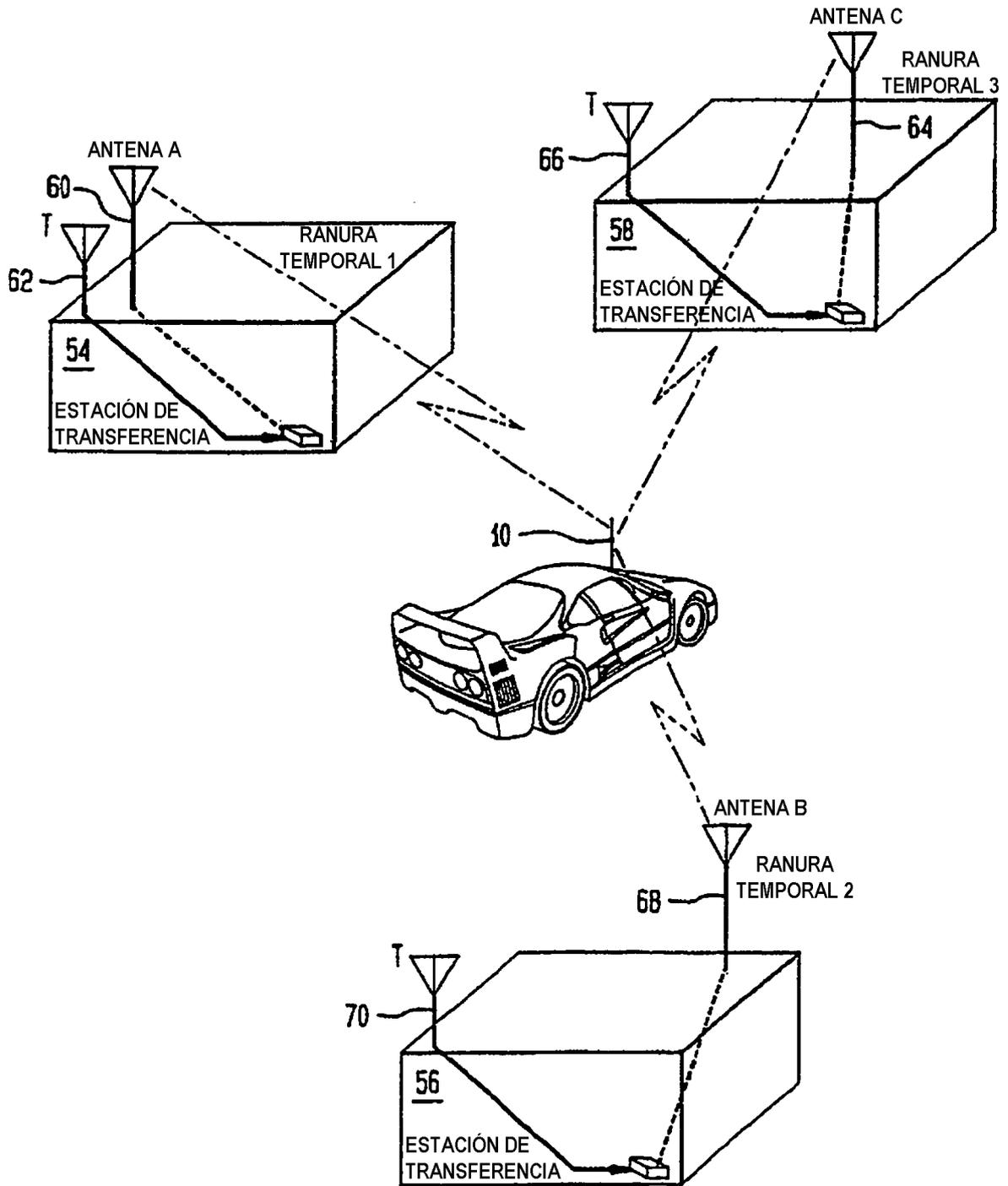


FIG. 5

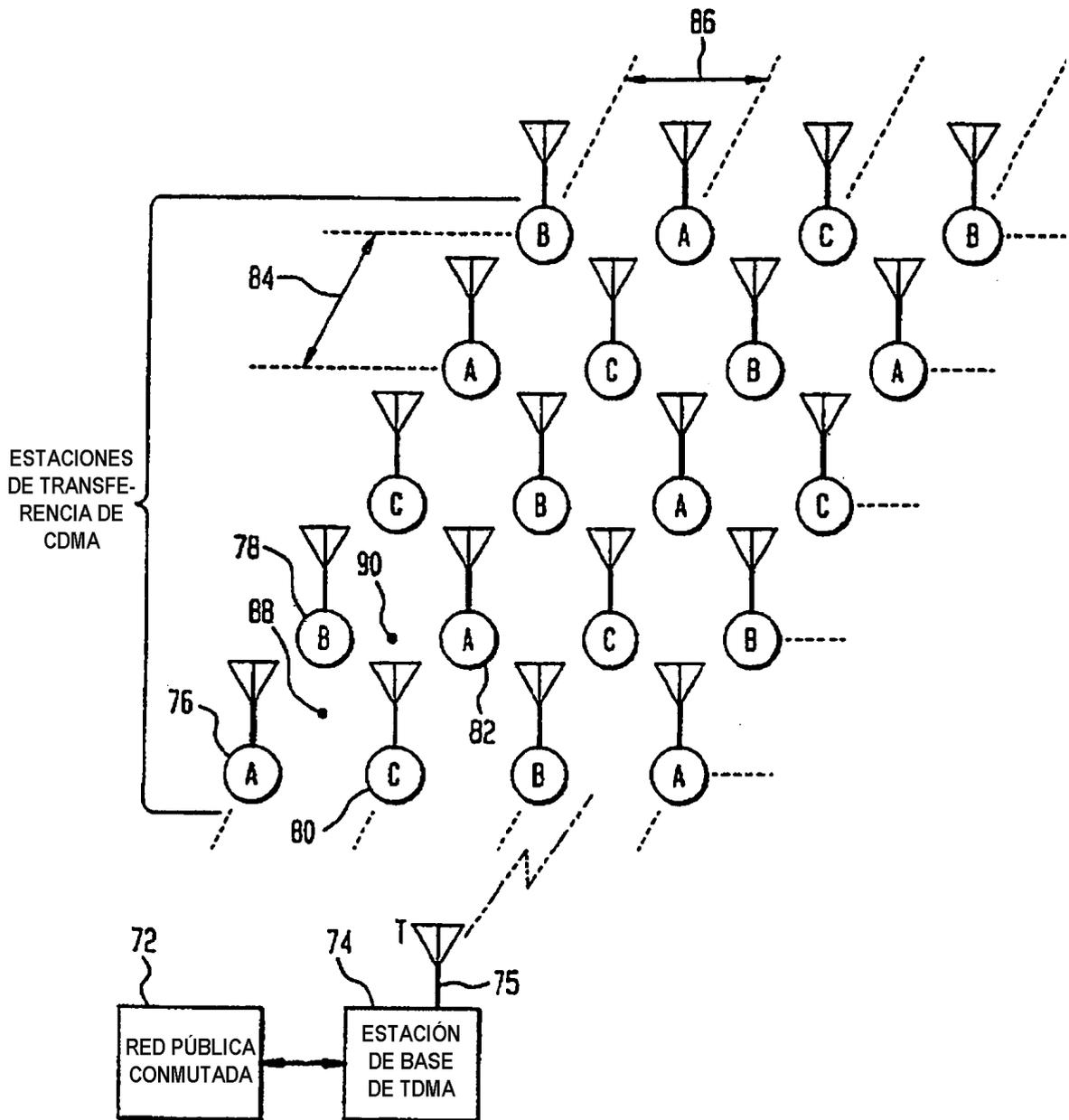


FIG. 6

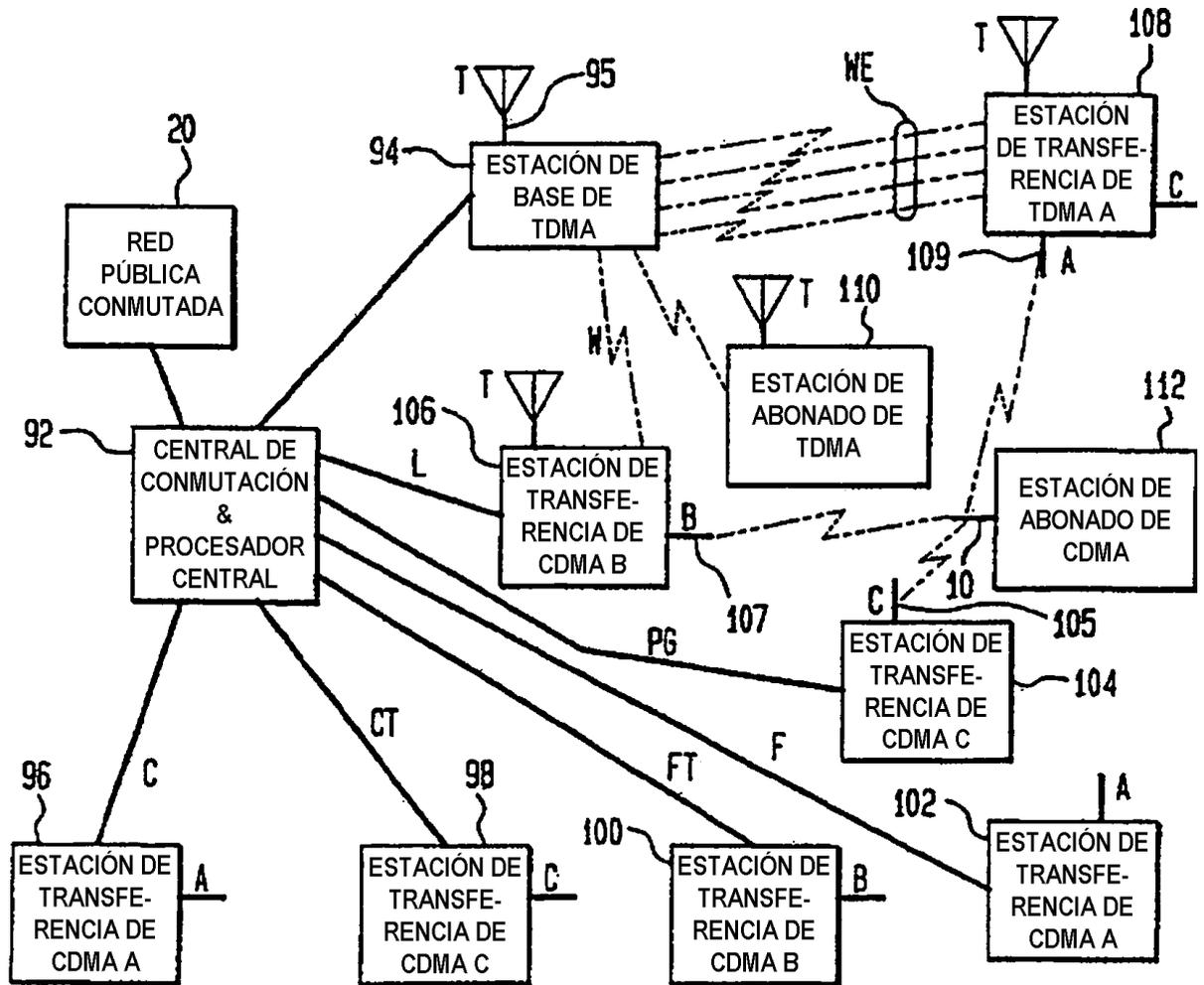
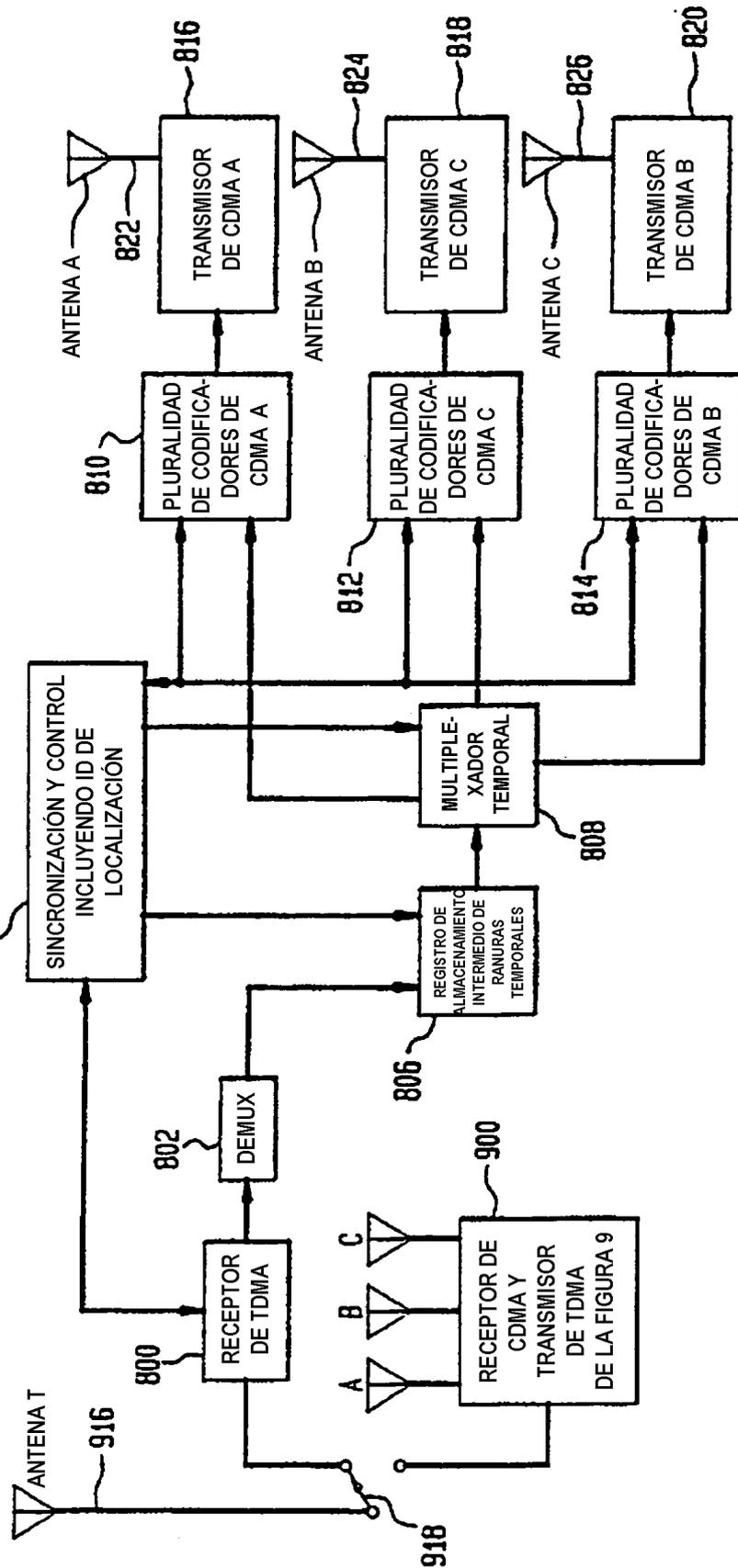


FIG. 7

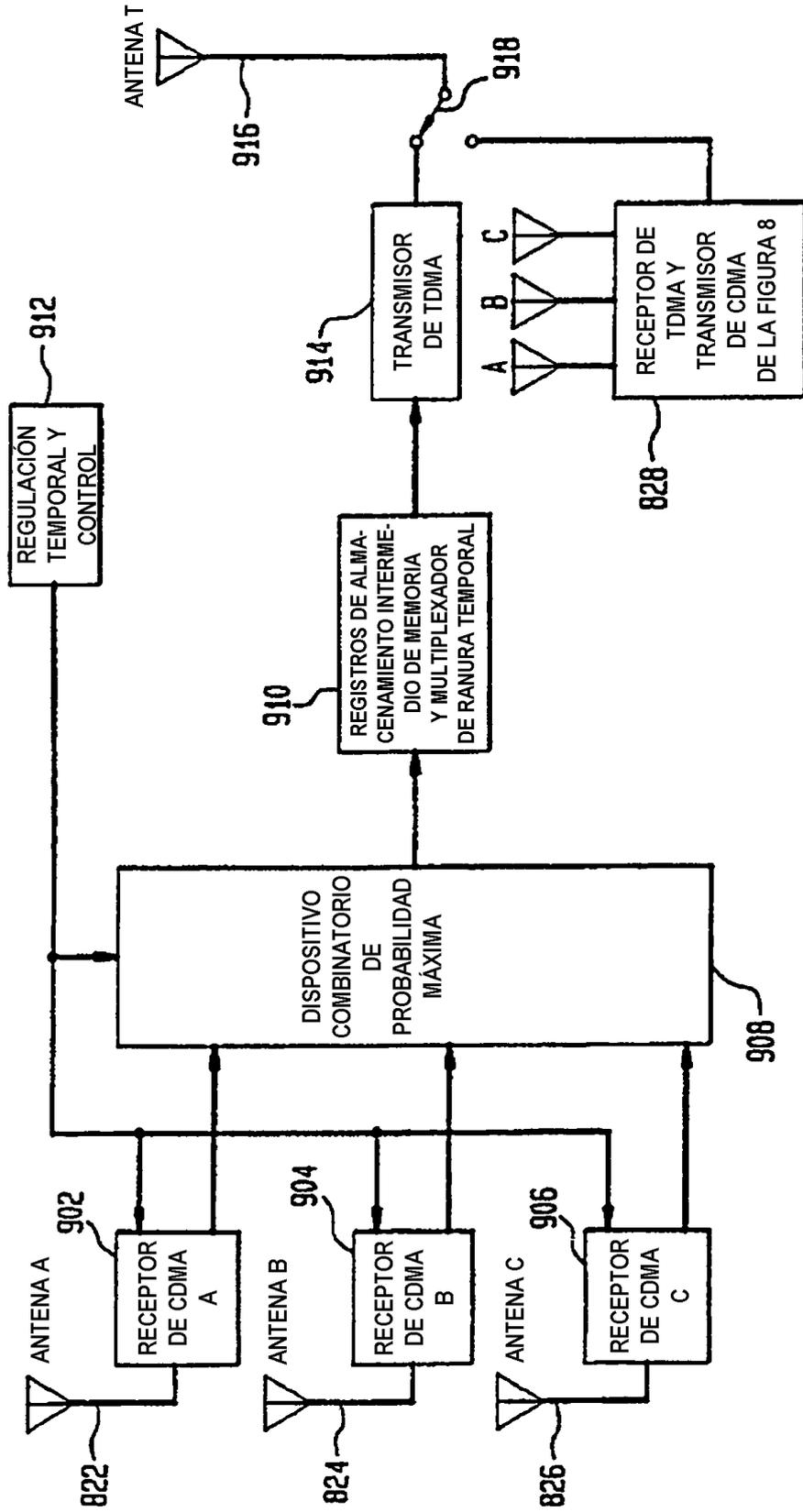
RANURAS TEMPORALES	1	2	3	4	5	6
	RECIBIR	RECIBIR	TRANSMITIR	RECIBIR	EXPLORAR	RESERVA

**FIG. 8**

CANAL DIRECTO DE ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA



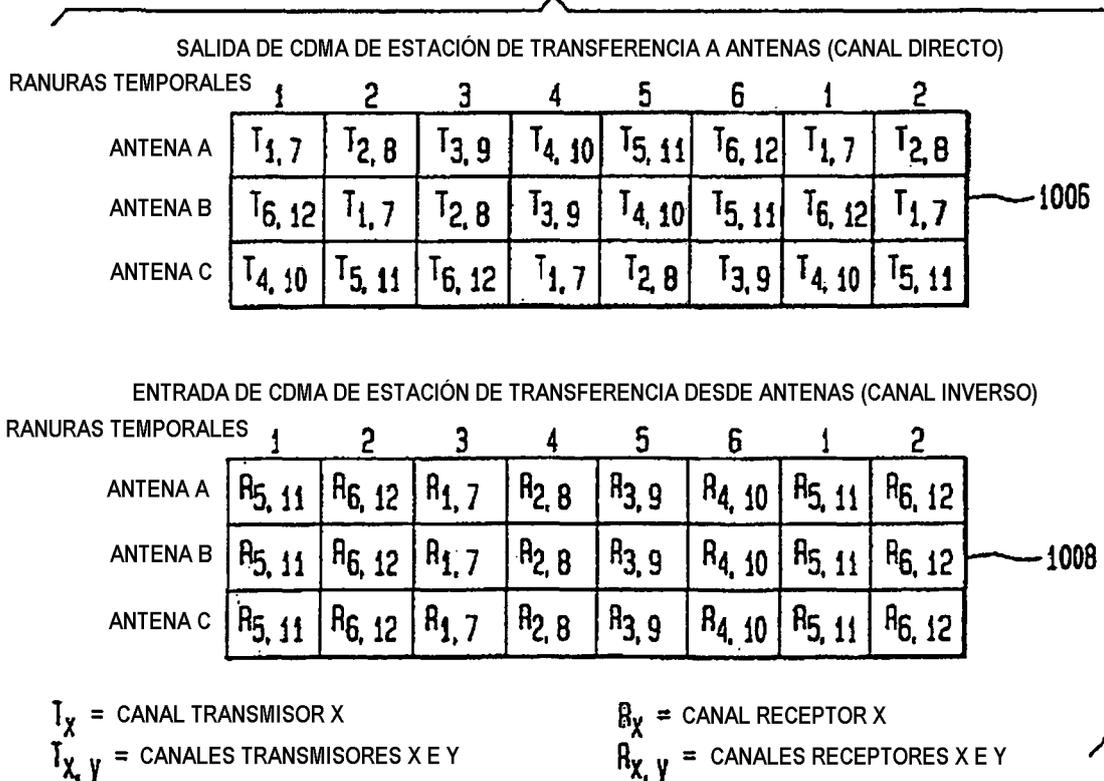
**FIG. 9**  
CANAL INVERSO DE ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA



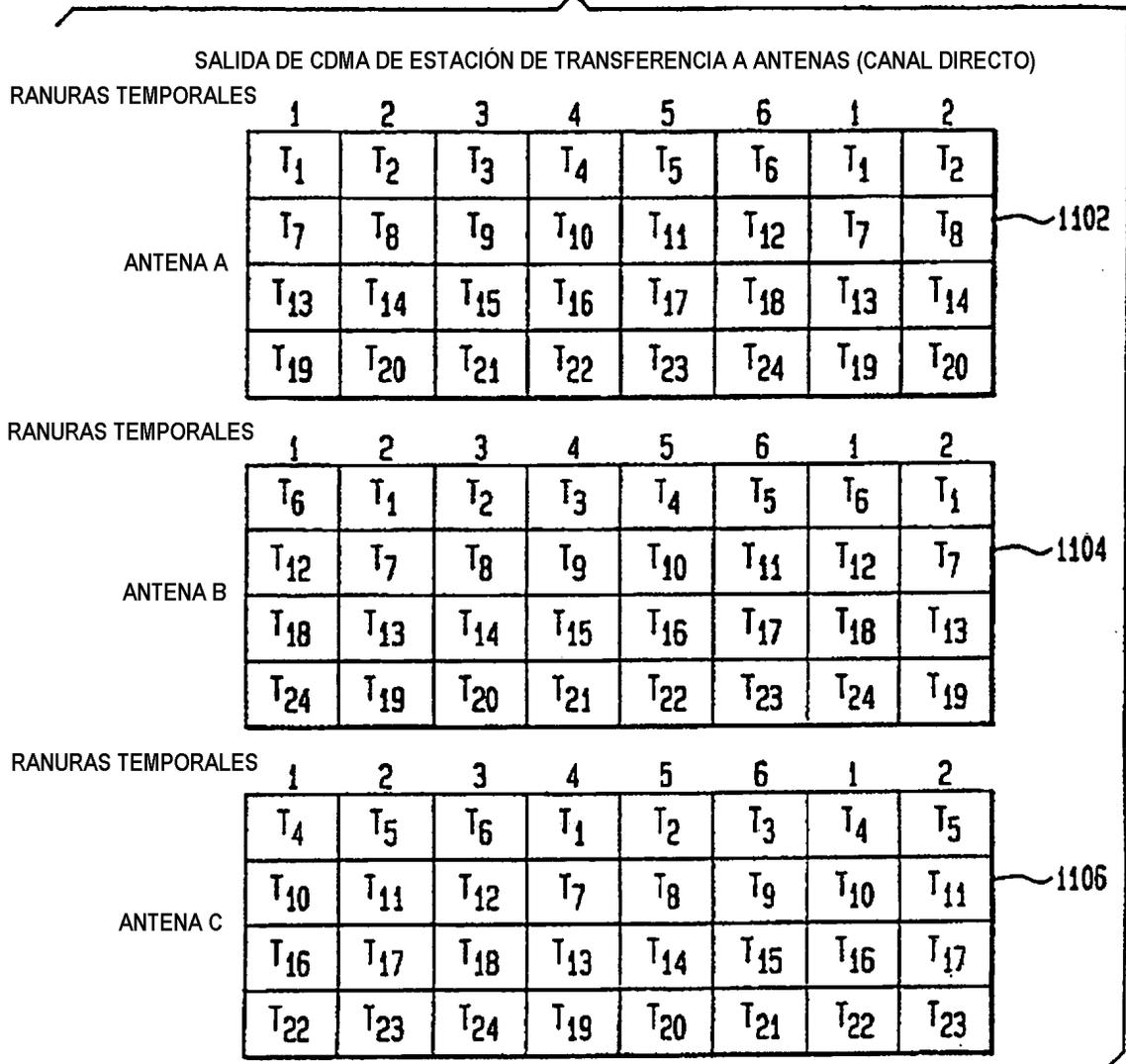
**FIG. 10A**



**FIG. 10B**



**FIG. 11A**

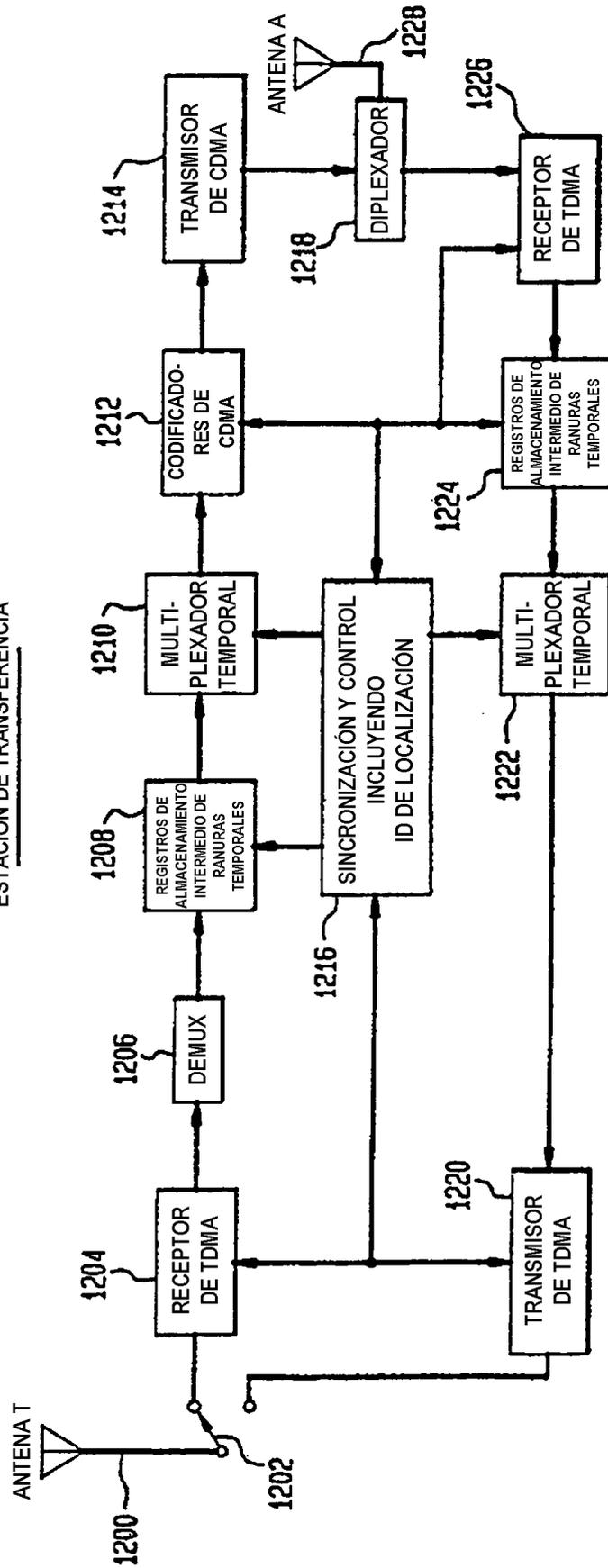


**FIG. 11B**



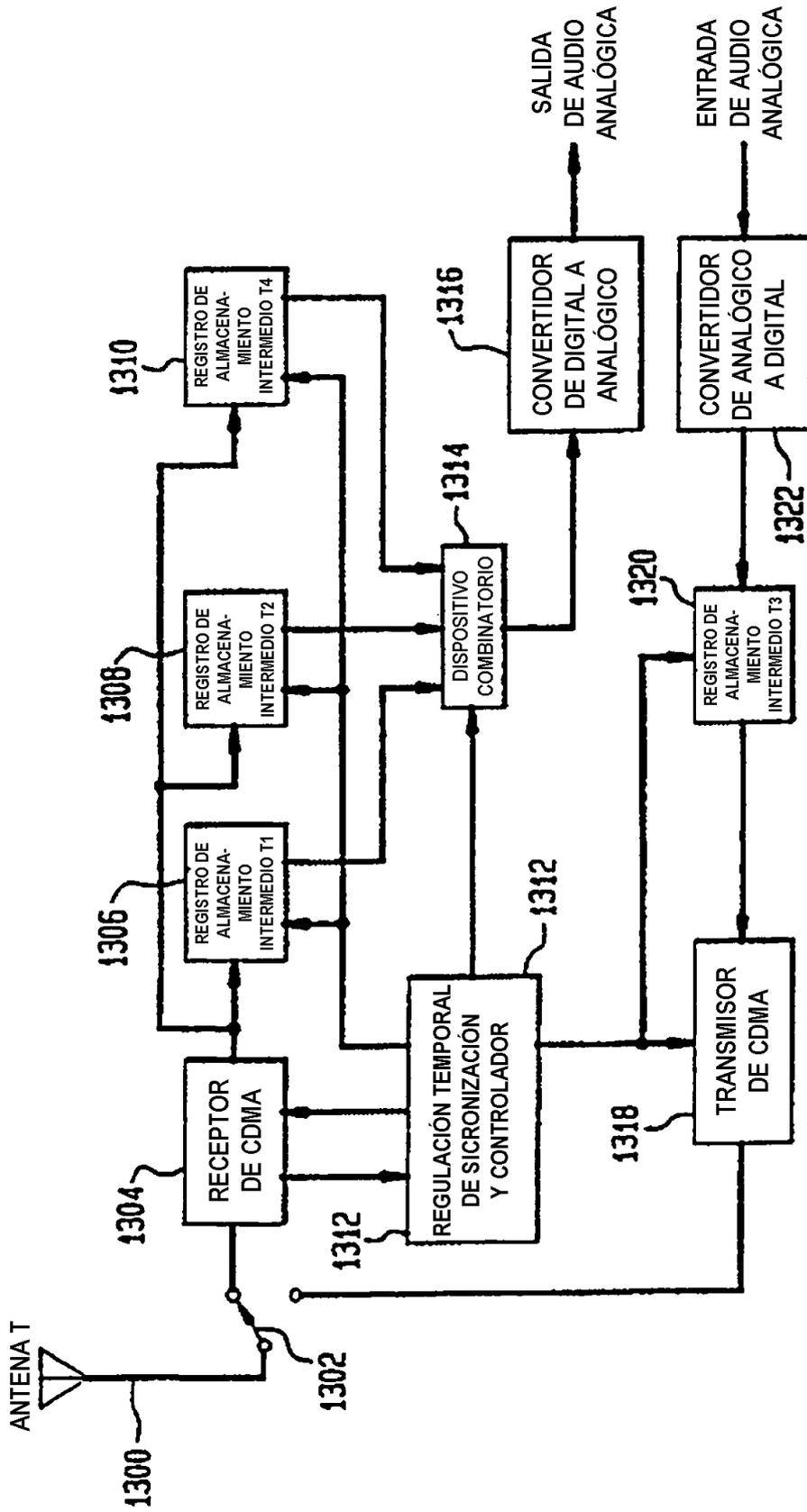
**FIG. 12**

ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA



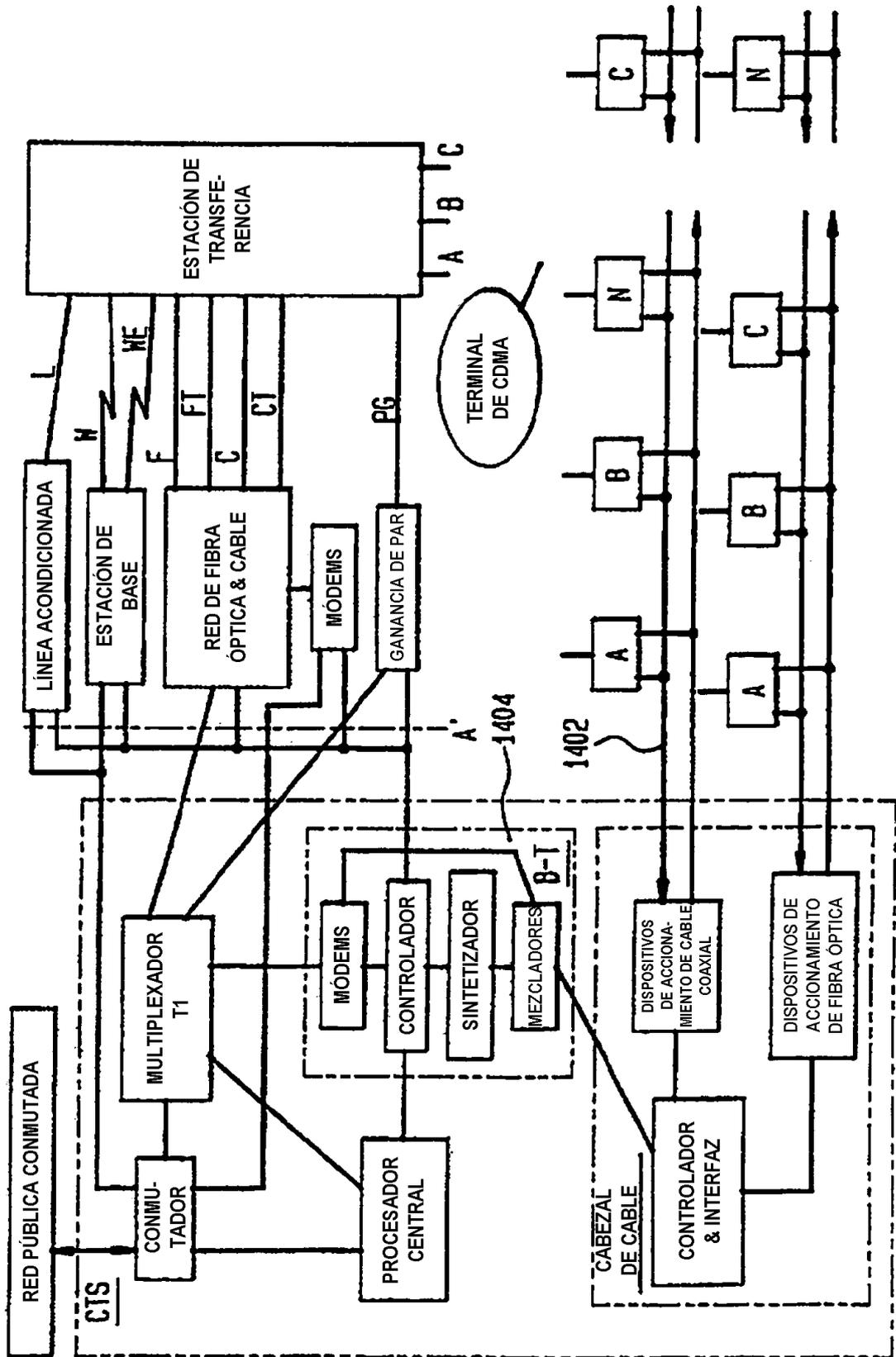
**FIG. 13**

ESTACIÓN DE ABONADO



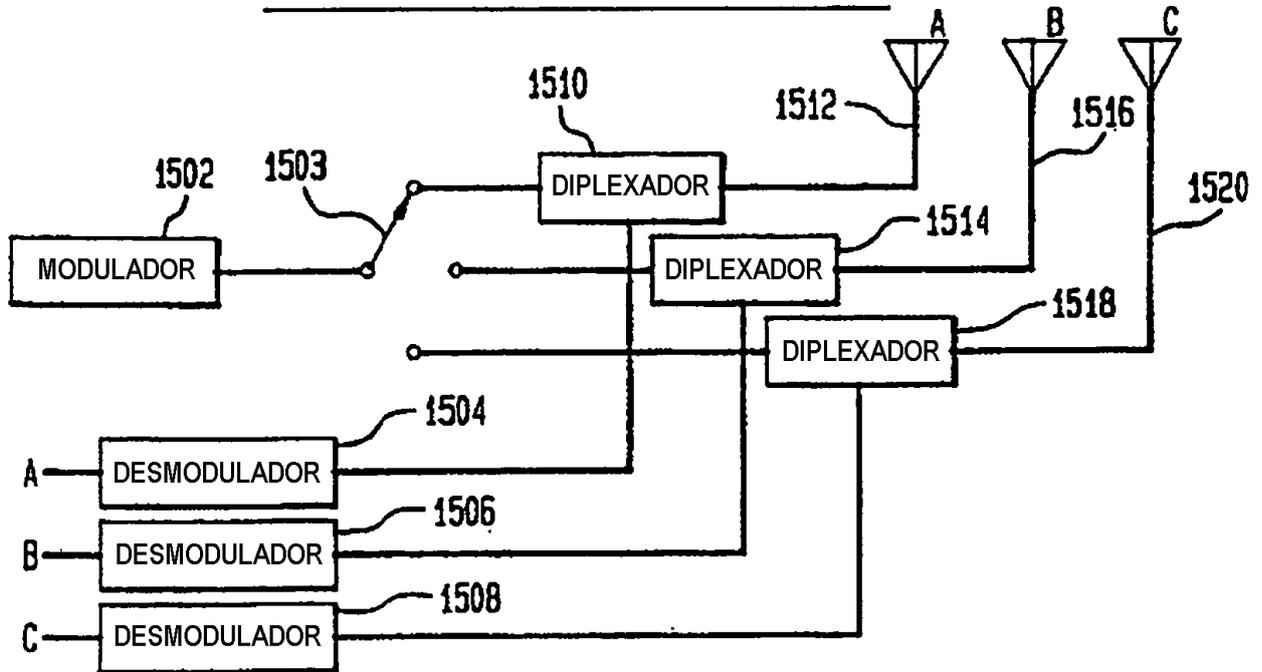
**FIG. 14**

**ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA CENTRALIZADA E INTEGRADA**



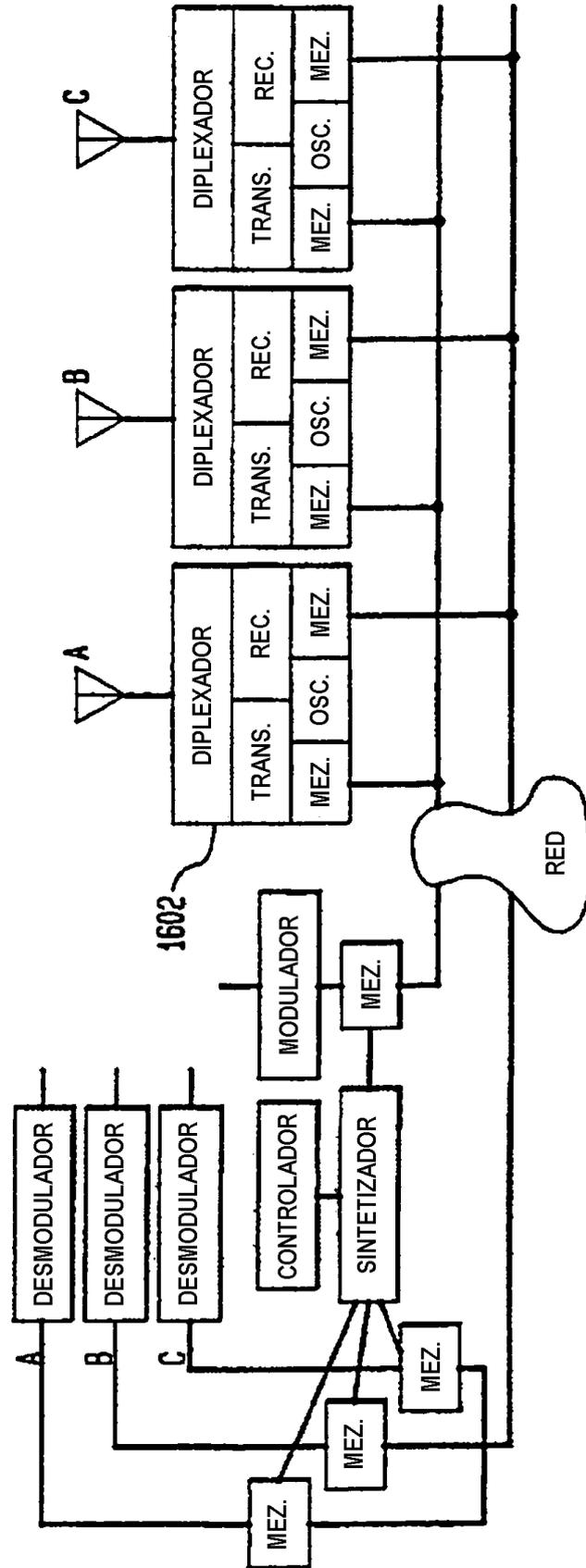
**FIG. 15**

IMPLEMENTACIÓN DE ANTENA DE ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA



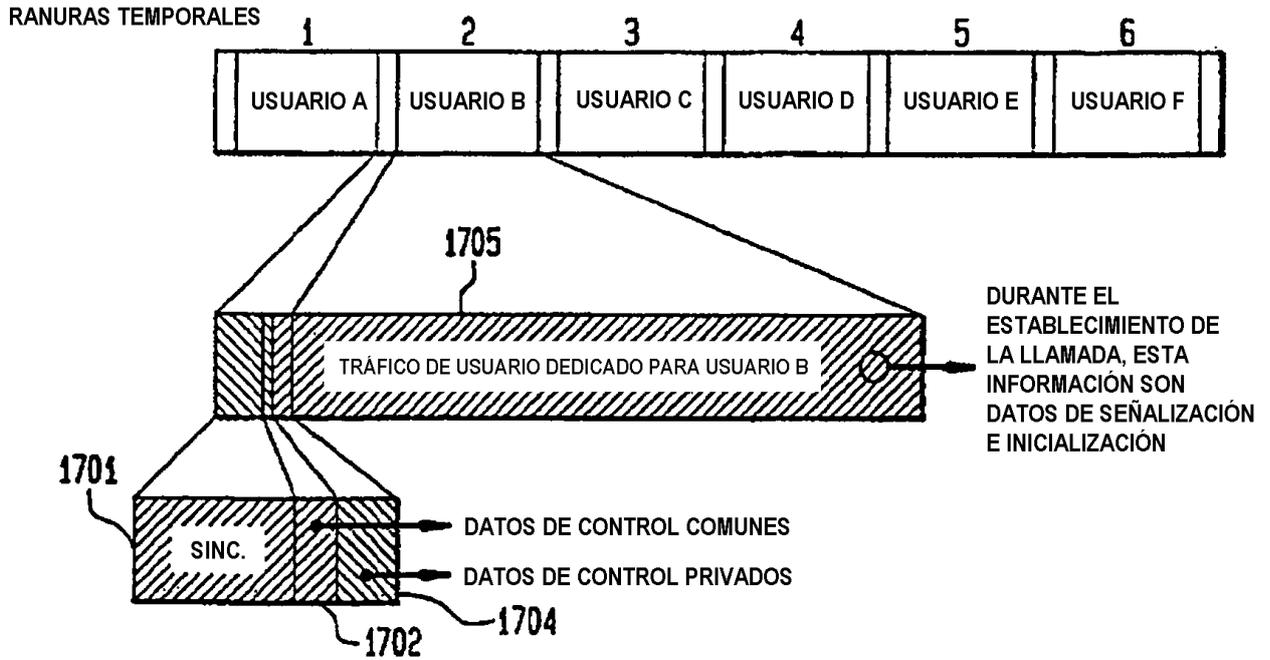
**FIG. 16**

IMPLEMENTACIÓN DE ANTENAS DISTRIBUIDAS UTILIZANDO CABLE O CABLE DE FIBRA ÓPTICA



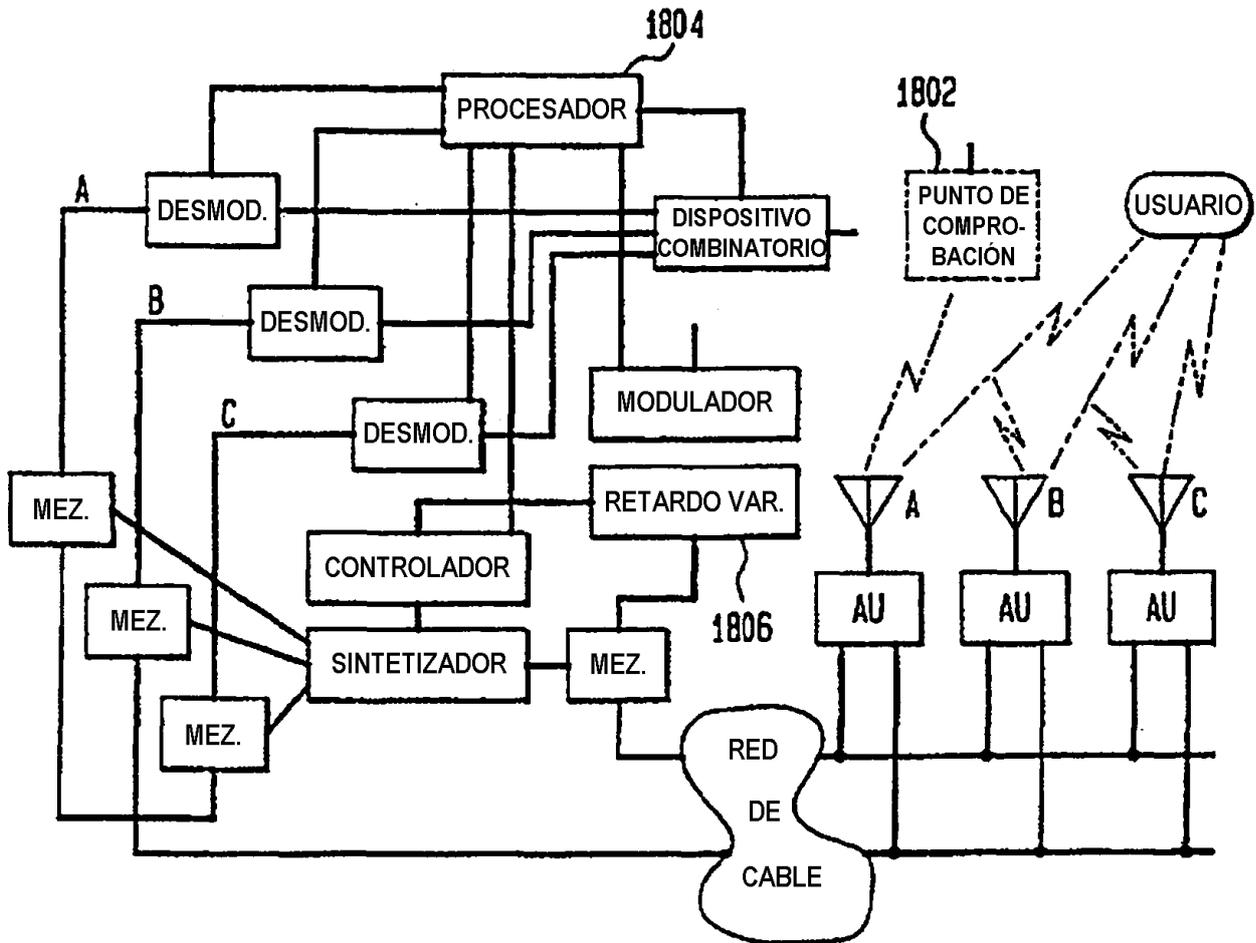
**FIG. 17**

ESTRUCTURA DE CANAL DE SINCRONIZACIÓN Y CONTROL



**FIG. 18**

CALIBRACIÓN TEMPORAL PARA IMPLEMENTACIÓN DE ANTENAS DISTRIBUIDAS



**FIG. 19**

CENTRO DE LOCALIZACIÓN EXTERNO AL SISTEMA DE COMUNICACIÓN

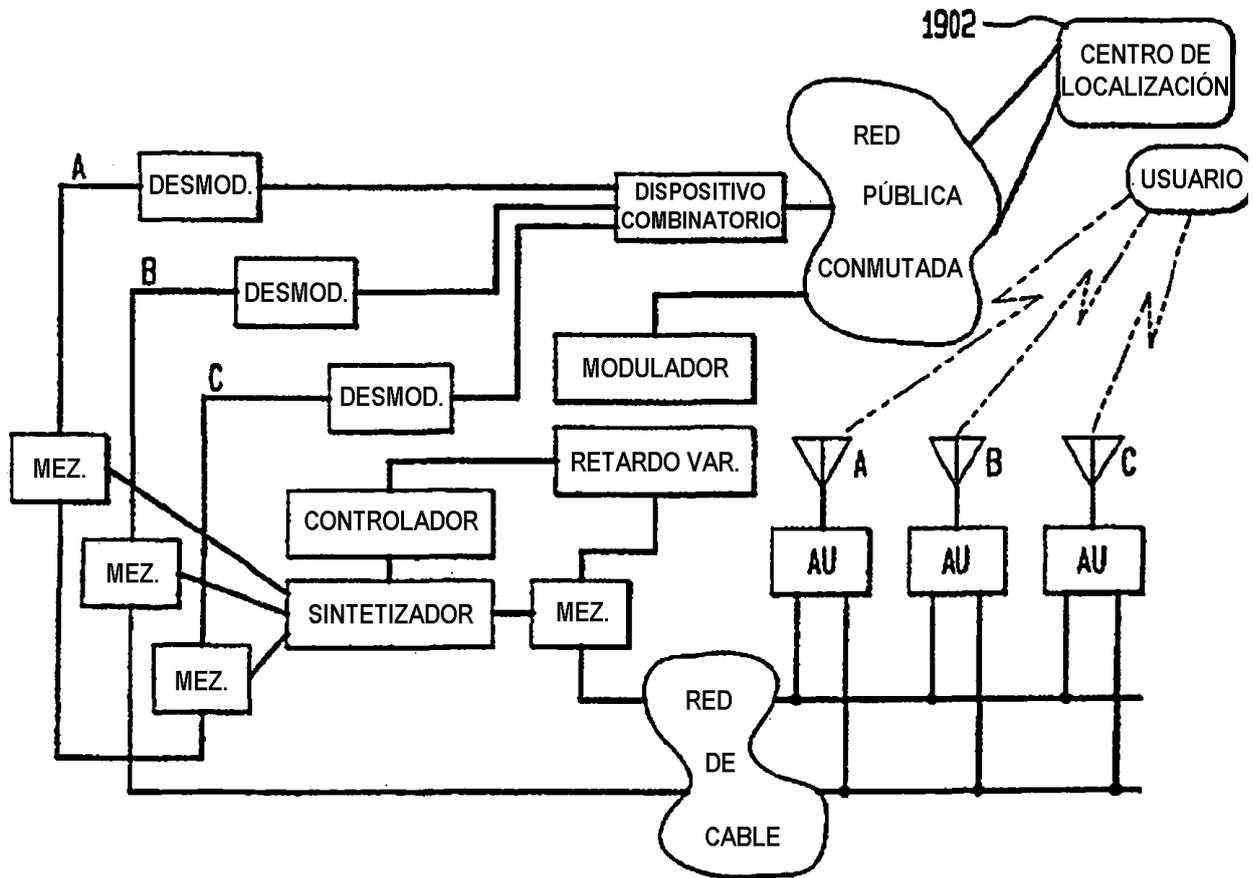


FIG. 20

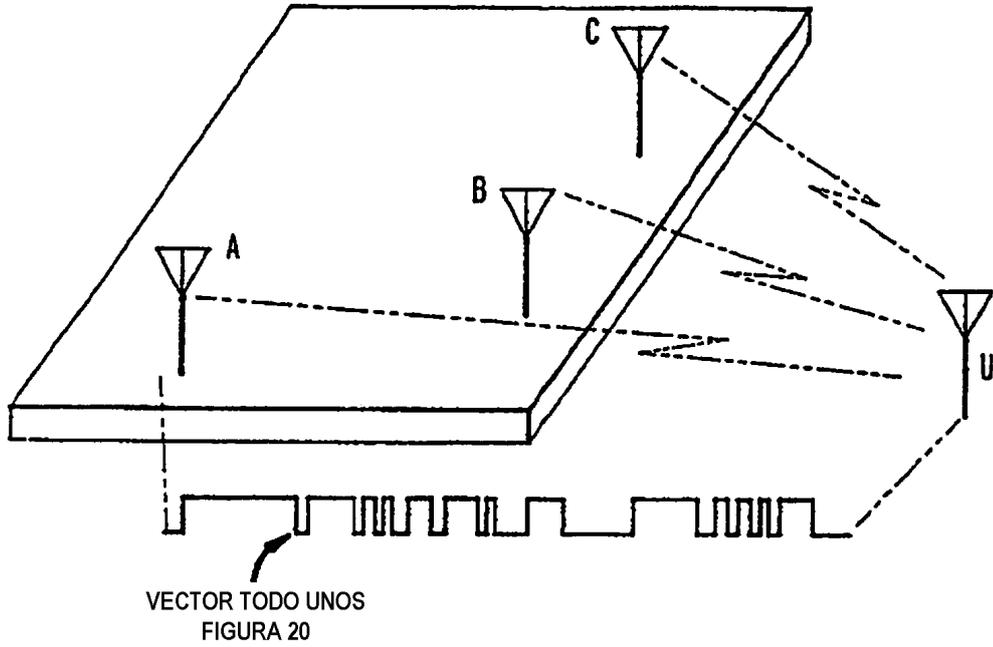
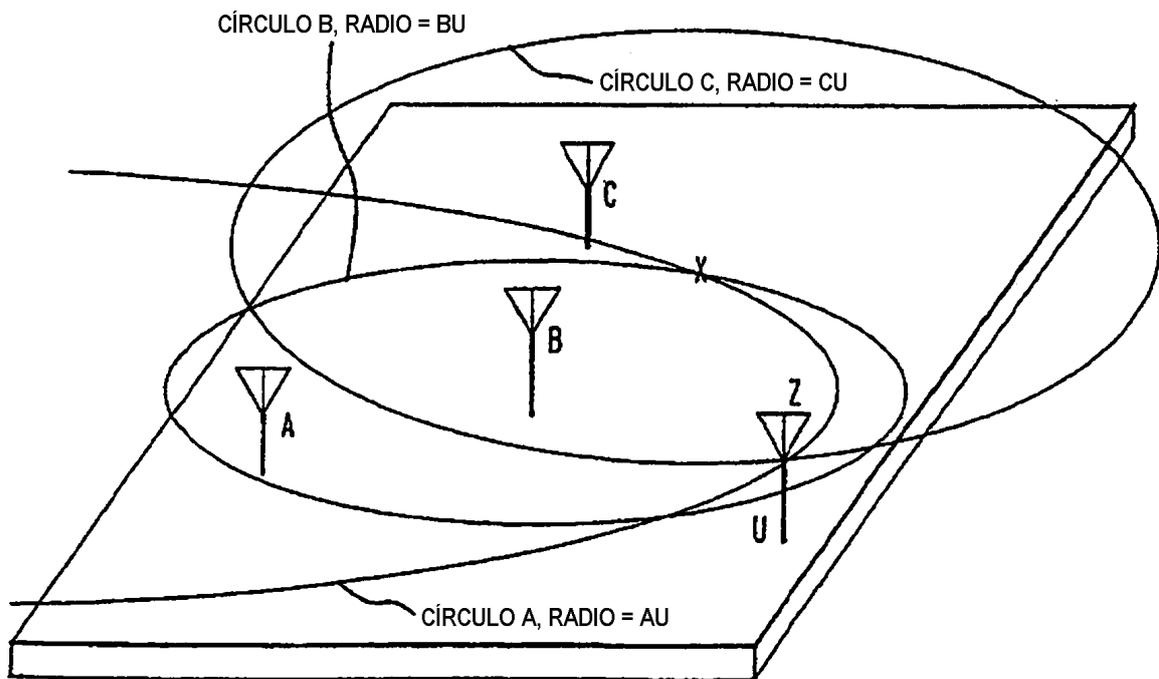
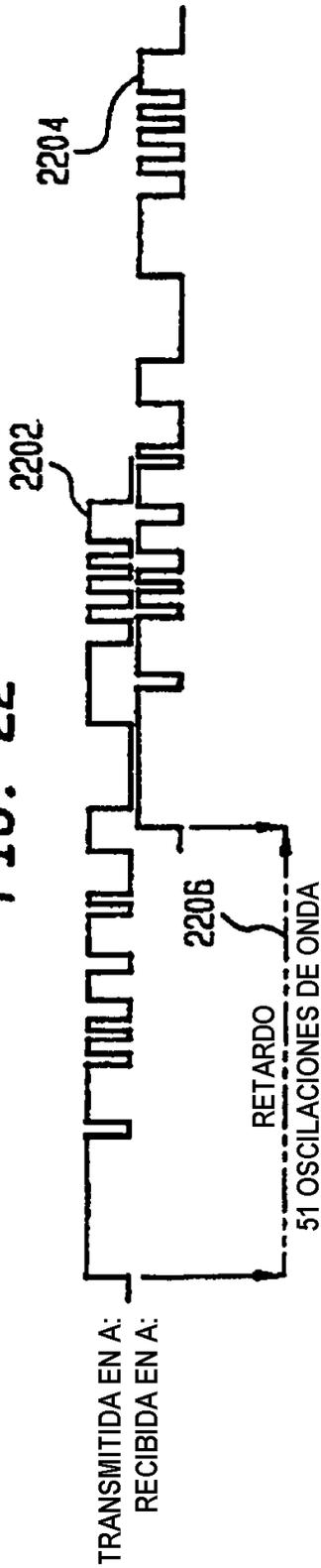


FIG. 21



**FIG. 22**



**FIG. 23**

