



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 113 353**

51 Int. Cl.:
H04L 27/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA

T5

86 Número de solicitud europea: **90917730 .5**

86 Fecha de presentación : **05.11.1990**

87 Número de publicación de la solicitud: **0500761**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **02.09.1992**

54 Título: **Receptor múltiple para un sistema de telefonía celular de acceso múltiple por reparto en código.**

30 Prioridad: **07.11.1989 US 432552**

45 Fecha de publicación de la mención y de la traducción de patente europea: **01.05.1998**

45 Fecha de la publicación de la mención de la patente europea modificada BOPI: **01.11.2007**

45 Fecha de publicación de la traducción de patente europea modificada: **01.11.2007**

73 Titular/es: **QUALCOMM INCORPORATED**
5775 Morehouse Drive
San Diego, California 92121-1714, US

72 Inventor/es: **Gilhousen, Klein, S.;**
Padovani, Roberto y
Wheatley, Charles, E., III

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 113 353 T5

ES 2 113 353 T5

DESCRIPCIÓN

Receptor múltiple para un sistema de telefonía celular de acceso múltiple por reparto en código.

5 Antecedentes de la invención

I. Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a sistemas de telefonía celular. Más especialmente, la presente invención se refiere a un nuevo y mejorado diseño de receptor para potenciar la fiabilidad y las comunicaciones en el entorno de la telefonía celular.

II. Descripción de la técnica relacionada

15 El uso de técnicas de modulación de acceso múltiple por división en código (CDMA-Code Division Multiple Access) es una de las diversas técnicas utilizadas para facilitar las comunicaciones entre un gran número de usuarios del sistema. Aunque se conocen otras técnicas, como la de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA-Time Division Multiple Access), acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA-Frequency Division Multiple Access) y esquemas de modulación de AM (Amplitude Modulation) como la de banda lateral única de compresión-expansión de amplitud (ACSSB-Amplitude Companded Single Sideband), la CDMA tiene ventajas significativas respecto a estas 20 otras técnicas. El uso de técnicas CDMA en un sistema de comunicaciones de acceso múltiple se da a conocer en la solicitud de patente U.S. n° de serie 06/921.261, presentada el 17 de Octubre de 1986 y titulada "SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCES COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS", actualmente patente U.S. n° 4.901.307, cedida al cesionario de la presente invención, la exposición de la cual se incorpora a la presente memoria como referencia.

25 En la patente recién mencionada, se da a conocer una técnica de acceso múltiple en la que un gran número de usuarios de un sistema de telefonía móvil, disponiendo cada uno de ellos de un transceptor, se comunica a través de repetidores situados en satélites o estaciones base terrestres (también conocidas como estaciones emplazamientos de célula, o brevemente como emplazamientos de célula) utilizando señales de comunicaciones de espectro disperso de acceso múltiple por división de código (CDMA). Al utilizar comunicaciones CDMA, el espectro de frecuencia puede reutilizarse múltiples veces, permitiendo así un aumento de la capacidad de usuarios del sistema. El uso de CDMA da como resultado una eficacia espectral mucho mayor que la que puede alcanzarse utilizando otras técnicas de acceso múltiple. En un sistema CDMA, pueden constatarse mejoras en la capacidad del sistema controlando la potencia de 35 transmisión de cada usuario móvil para reducir la interferencia con otros usuarios del sistema.

30 En la aplicación de las técnicas de comunicaciones CDMA en satélites, el transceptor de la unidad móvil mide el nivel de potencia de una señal recibida a través de un repetidor de satélite. Utilizando esta medición de potencia junto con el conocimiento del nivel de potencia transmitida en sentido descendente desde el transpondedor del satélite y la sensibilidad del receptor de la unidad móvil, el transceptor de la unidad móvil puede estimar las pérdidas de trayecto del canal entre la unidad móvil y el satélite. A continuación, el transceptor de la unidad móvil determina la potencia apropiada del transmisor que debe utilizarse para las transmisiones de señal entre la unidad móvil y el satélite, teniendo en cuenta la medición de las pérdidas de trayecto, la velocidad de los datos transmitidos y la sensibilidad del receptor del satélite.

35 Las señales transmitidas por la unidad móvil hacia el satélite son retransmitidas por éste hacia una estación terrestre de un sistema de control de un centro de conexiones. El centro de conexiones mide la potencia de la señal recibida a partir de las señales transmitidas por cada transceptor de unidad móvil activo. El centro de conexiones determina a continuación la desviación del nivel de potencia recibido respecto al nivel necesario para mantener las comunicaciones deseadas. Preferentemente, el nivel de potencia deseado es un nivel de potencia mínimo necesario para mantener 50 comunicaciones de calidad, de manera que den como resultado una reducción de las interferencias del sistema.

45 El centro de conexiones transmite seguidamente una señal de orden de control de potencia a cada unidad móvil de manera que pueda establecer o "sintonizar finamente" la potencia transmitida por la unidad móvil. Esta señal de orden es utilizada por la unidad móvil para cambiar el nivel de potencia transmitida y aproximarla a un nivel mínimo requerido para mantener las comunicaciones deseadas. Conforme cambian las condiciones del canal, normalmente debido al movimiento de la unidad móvil, tanto la medición de la potencia del receptor de la unidad móvil como la realimentación del control de potencia del centro de conexiones reajustan continuamente el nivel de potencia transmitida para mantener un nivel de potencia apropiado. La realimentación del control de potencia desde el centro de 60 conexiones generalmente es bastante lenta debido a retardos a lo largo de todo el trayecto hasta el satélite, necesitando aproximadamente 1/2 segundo de tiempo de propagación.

Una diferencia importante entre los sistemas de satélite o de estaciones base terrestres se centra en las distancias relativas que separan las unidades móviles y el satélite o el emplazamiento de célula. Otra diferencia importante de un sistema de satélite respecto a un sistema terrestre es el tipo de desvanecimiento que se produce en estos canales. Por 65 lo tanto, estas diferencias requieren varios refinamientos en el enfoque dirigido a un control de potencia del sistema terrestre.

ES 2 113 353 T5

En el canal del satélite a la unidad móvil, es decir el canal satélite, los repetidores del satélite están normalmente situados en una órbita terrestre geosíncrona. Como tal, las unidades móviles se encuentran todas a aproximadamente la misma distancia de los repetidores del satélite y, en consecuencia, experimentan aproximadamente las mismas pérdidas de propagación. Además, el canal satélite tiene una característica de pérdidas de propagación que sigue aproximadamente la ley de cuadrados inversos, es decir, las pérdidas de propagación son inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia entre la unidad móvil y el repetidor de satélite utilizado. De acuerdo con ello, en el canal satélite la variación de pérdidas de trayecto debidas a la variación de distancias normalmente es del orden de sólo 1 a 2 dB.

En contraposición al canal satélite, en el canal terrestre/unidad móvil, es decir el canal terrestre, la distancia entre las unidades móviles y los emplazamientos de célula puede variar considerablemente. Por ejemplo, una unidad móvil puede estar situada a una distancia de cinco millas del emplazamiento de célula mientras que otra unidad móvil puede estar situada a sólo unos cuantos pies. La variación de la distancia puede ser superior a un factor de cien a uno. El canal terrestre experimenta una característica de pérdidas de propagación similar a las del satélite. Sin embargo, en el canal terrestre, la característica de pérdidas de propagación corresponde a una ley de inversa de la cuarta potencia, es decir, las pérdidas de trayecto son proporcionales a la inversa de la distancia del trayecto elevada a la cuarta potencia. De acuerdo con ello, pueden encontrarse variaciones de pérdidas de trayecto que son del orden de aproximadamente 80 dB en una celda con un radio de cinco millas.

El canal satélite normalmente experimenta un desvanecimiento caracterizado como Rician. De acuerdo con ello, la señal recibida comprende una componente directa sumada a una componente reflejada múltiple que tiene estadísticas de desvanecimiento de Rayleigh. La relación de potencia entre la componente directa y la reflejada normalmente es del orden de 6 a 10 dB, en función de las características de la antena de la unidad móvil y del entorno de la unidad móvil.

Comparando el canal satélite con el canal terrestre, éste experimenta un desvanecimiento de la señal que normalmente comprende una componente desvanecida de Rayleigh sin ninguna componente directa. Por lo tanto, el canal terrestre presenta un entorno de desvanecimiento más severo que el canal satélite, en el que el desvanecimiento de Rician es la característica de desvanecimiento dominante.

Las características del desvanecimiento Rayleigh en la señal del canal terrestre son producidas por la señal reflejada desde muchos puntos del entorno físico. Como resultado, una señal llega casi simultáneamente a un receptor de una unidad móvil desde muchas direcciones con diferentes retardos de transmisión. En las bandas de frecuencia de UHF que se utilizan normalmente en las comunicaciones de radio móvil, incluyendo las de los sistemas de telefonía celular móvil, pueden producirse diferencias de fase importantes entre las señales que viajan por diferentes trayectos. Ello puede dar lugar a que se produzcan sumas destructivas que generen ocasionalmente fuertes desvanecimientos.

El desvanecimiento del canal terrestre es una función con fuerte dependencia de la posición física de la unidad móvil. Un pequeño cambio de la posición de la unidad móvil cambia los retardos físicos de todos los trayectos de propagación de señales, produciéndose además diferencias de fase en cada trayecto. Por ejemplo, el movimiento del móvil puede originar un desvanecimiento bastante rápido en la banda de frecuencias de radio celular de 850 MHz, siendo normalmente este desvanecimiento del orden de un desvanecimiento por segundo por cada milla por hora de velocidad del vehículo. Un desvanecimiento de este tipo puede ser extremadamente perjudicial para las señales del canal terrestre, resultando una baja calidad de las comunicaciones. Sin embargo, para superar el problema del desvanecimiento puede utilizarse una potencia del transmisor adicional.

El sistema de telefonía móvil celular terrestre normalmente requiere un canal "dúplex pleno" para permitir la simultaneidad de ambas direcciones de la conversación telefónica, como ocurre en el sistema de telefonía por cable convencional. Normalmente, este canal de radio "dúplex pleno" se ejecuta utilizando una banda de frecuencias para el enlace saliente, es decir, las transmisiones desde el transmisor de emplazamiento de célula a los receptores de unidad móvil, y una banda de frecuencias diferente para el enlace entrante, es decir, las transmisiones desde los transmisores de unidad móvil a los receptores del emplazamiento de célula. En consecuencia, esta separación de bandas de frecuencia permite activar simultáneamente un transmisor y un receptor de unidad móvil sin que se produzca ninguna realimentación o interferencia del transmisor en el receptor.

En el sistema de telefonía celular convencional, la banda de frecuencias disponible está normalmente dividida en canales de 30 kHz de ancho de banda en los casos en que se utilizan técnicas de modulación de FM. El área de servicio del sistema se divide geográficamente en células de tamaño variable. Los canales de frecuencia disponibles se dividen en conjuntos, que normalmente contienen cada uno el mismo número de canales. Los conjuntos de frecuencia se asignan a las células de manera que se minimice la posibilidad de interferencias de canales contiguos. Por ejemplo, considérese un sistema en el que existen siete conjuntos de frecuencia y las células son hexágonos de igual tamaño. Un conjunto de frecuencias utilizado en una célula no será utilizado en ninguna de las seis células vecinas más cercanas que rodean a esta célula. Además, el conjunto de frecuencias de una célula no será utilizado en las doce células vecinas más próximas de esta célula.

En el sistema de telefonía celular convencional, el esquema de transferencia implantado está diseñado para permitir la continuidad de una llamada cuando un teléfono móvil cruza el límite entre dos células. La transferencia de una célula a otra se inicia cuando el receptor del emplazamiento de célula que gestiona la llamada advierte que la intensidad de

la señal recibida del teléfono móvil se encuentra por debajo de un valor umbral predeterminado. Una indicación de baja intensidad de la señal implica que el teléfono móvil se encuentra cerca del límite de la célula. Cuando el nivel de la señal desciende por debajo de un valor umbral predeterminado, el emplazamiento de célula interroga al controlador del sistema para determinar si un emplazamiento de célula contigua recibe la señal telefónica con una intensidad mejor que la del propio emplazamiento de célula actual.

El controlador del sistema, en respuesta a la pregunta del emplazamiento de célula actual, envía mensajes a los emplazamientos de célula contiguos con una solicitud de transferencia. El emplazamiento de célula contiguo del emplazamiento de célula actual utiliza receptores exploradores especiales que buscan la señal procedente de la unidad móvil en el canal específico. En el caso de que uno de los emplazamientos de célula contiguas indique un nivel de señal adecuado al controlador del sistema, se intentará efectuar la transferencia.

A continuación se inicia una transferencia cuando se selecciona un canal desocupado del conjunto de canales utilizado en el nuevo emplazamiento de célula. Se envía un mensaje de control al teléfono móvil, ordenándole que conmute desde el canal actual al nuevo canal. Al mismo tiempo, el controlador del sistema conmuta la llamada desde el primer emplazamiento de célula a al segundo emplazamiento de célula. En el sistema convencional se utiliza un esquema de ruptura antes de ejecución, de manera que no es posible una recepción múltiple de los desvanecimientos producidos.

Además, en el caso de que un teléfono móvil no pudiera detectar la orden para conmutar los canales, la transferencia fallaría. La experiencia de funcionamiento actual indica que a menudo se producen fallos de transferencia, lo que cuestiona la fiabilidad del sistema.

En el sistema de telefonía celular convencional, el desvanecimiento del trayecto afecta de manera perjudicial a las comunicaciones y puede provocar la interrupción del servicio de llamadas. Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar, en un sistema de telefonía celular, un diseño de receptor que facilite la recepción y proceso de las señales más intensas transmitidas desde una o más emplazamientos de célula, siendo estas señales señales multitrayecto procedentes de un solo emplazamiento de célula o señales transmitidas por múltiples emplazamientos de célula.

En relación con la técnica anterior, debe prestarse asimismo atención al documento US-A-4291410 que se refiere a un receptor de comunicaciones multitrayecto de espectro disperso.

Sumario de la invención

El objetivo se alcanza mediante un subsistema receptor según la reivindicación 1 independiente.

En un sistema de telefonía celular CDMA se utiliza en todas la células la misma banda de frecuencias para comunicaciones. Las propiedades de la forma de onda CDMA que proporciona una ganancia de procesamiento se utilizan también para discriminar entre señales que ocupan la misma banda de frecuencias. Además, la modulación de pseudoruido (PN - pseudonoise) de alta velocidad permite separar muchos trayectos de propagación diferentes, en el supuesto de que la diferencia de retardos de propagación de trayectos exceda la duración del microintervalo de PN, o un/ancho de banda. Si en un sistema CDMA se utiliza una frecuencia de microintervalo de PN de 1 MHz, puede utilizarse la ganancia total de procesamiento del espectro disperso, igual a la relación del ancho de banda disperso respecto a la velocidad de transmisión del sistema, en los trayectos que difieren en más de un microsegundo de retardo de trayecto respecto al trayecto deseado. Una diferencia de retardos de trayecto de un microsegundo corresponde a una diferencia de longitud de trayectos de 1000 pies. El entorno urbano normalmente proporciona diferencias de retardos de trayecto mayores que un microsegundo, y en algunas áreas se informa de retardos incluso de hasta 10-20 microsegundos.

En los sistemas de modulación de banda estrecha, tales como los de modulación analógica de FM utilizada en los sistemas telefónicos convencionales, la existencia de múltiples trayectos da como resultado severos desvanecimientos multitrayecto. Sin embargo, con la modulación CDMA de banda ancha, los diferentes trayectos pueden discriminarse durante el proceso de demodulación. Esta discriminación reduce en gran medida la severidad del desvanecimiento multitrayecto. El desvanecimiento multitrayecto no se elimina totalmente al utilizar técnicas de discriminación CDMA, puesto que ocasionalmente existirán trayectos con diferencias de retardo inferiores al retardo de trayecto mínimo del sistema en particular. Las señales que tienen retardos de trayecto de este orden no pueden discriminarse en el demodulador. Por lo tanto, es deseable que el sistema pueda proporcionar discriminación múltiple para reducir más los efectos del desvanecimiento.

Los efectos perjudiciales del desvanecimiento pueden controlarse de alguna manera controlando la potencia del transmisor en el sistema CDMA. En la Patente US-A-5056109, concedida el 8 de octubre de 1991 y titulada "METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING TRANSMISSION POWER IN A CDMA CELLULAR MOBILE TELEPHONE SYSTEM", n° de serie 07/433.031, presentada el 7 de noviembre de 1989 por los inventores de la presente solicitud de patente y cedida al cesionario de la presente invención, se da a conocer un sistema para el control de potencia del emplazamiento de célula y de la unidad móvil. Además, puede reducirse el efecto del desvanecimiento multitrayecto en el modo de transferencia cuando la unidad móvil realiza la transición entre áreas de servicio de emplazamientos de célula en que la unidad móvil comunica con los emplazamientos de célula durante el proceso de

ES 2 113 353 T5

transferencia. En la Patente US-A-5101501, concedida el 31 de marzo de 1992 y titulada "SOFT HANDOFF IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM", nº de serie 07/433.030, presentada el 7 de noviembre de 1989 por los inventores de la presente solicitud de patente y cedida al cesionario de la presente invención, se da a conocer el esquema de transferencia.

5 La existencia de trayectos múltiples puede proporcionar múltiples trayectos a un sistema CDMA PN de banda ancha. En el caso de que estén disponible dos o más trayectos con una diferencia de retardos de trayecto superior a un microsegundo, pueden utilizarse dos o más receptores PN para recibir estas señales separadamente. Puesto que estas
10 señales normalmente mostrarán una independencia de desvanecimientos multitrayecto, es decir, normalmente no se desvanecen al mismo tiempo, las salidas de los dos receptores pueden combinarse de múltiples formas. Por lo tanto, sólo se produce una pérdida de rendimiento cuando ambos receptores experimentan desvanecimientos simultáneos. En consecuencia, un aspecto de la presente invención consiste en proporcionar dos o más receptores PN junto con un combinador múltiple.

15 Otro aspecto de la presente invención consiste en que, conforme una unidad móvil se desplaza a través del entorno físico, el número de trayecto múltiples y sus intensidades de señal varían constantemente. La presente invención, por lo tanto, utiliza un receptor especial, denominado receptor explorador, que explora constantemente el dominio temporal del canal para determinar la existencia, la situación en el dominio temporal y las intensidades relativas de las señales del entorno de trayectos múltiples. El receptor explorador proporciona control sobre los receptores de datos para el
20 seguimiento de las mejores señales disponibles en los diferentes trayectos.

En un sistema de telefonía celular CDMA, cada emplazamiento de célula tiene una pluralidad de unidades moduladoras-demoduladoras o módems de espectro disperso. Cada modem comprende un modulador de transmisión digital de espectro disperso, por lo menos un receptor de datos digital de espectro disperso y un receptor explorador. Cada
25 módem del emplazamiento de célula se asigna a una unidad móvil según demanda para facilitar las comunicaciones con la unidad móvil asignada. Por lo tanto, en muchos casos hay muchos módems disponibles para su uso mientras otros pueden estar activos comunicándose con las respectivas unidades móviles. Para un sistema de telefonía celular CDMA se utiliza un esquema de transferencia suave en el que se asigna un nuevo módem de emplazamiento de célula a una unidad móvil mientras el antiguo emplazamiento de célula continúa dando servicio a la llamada. Cuando la unidad
30 móvil se encuentra en la zona de transición entre los dos emplazamientos de célula, la llamada puede redireccionarse oscilando entre los emplazamientos de célula antiguos y nuevos según la intensidad de la señal. Puesto que la unidad móvil siempre está comunicada a través de por lo menos un emplazamiento de célula, no se producirá ningún efecto de interrupción en la unidad móvil o en el servicio. La presente invención utiliza múltiples receptores en la unidad móvil que también son utilizados para una función múltiple cuando se encuentra en un proceso de transferencia o
35 firmemente en una sola célula.

En el sistema de telefonía celular CDMA, cada emplazamiento de célula transmite una señal "transportadora piloto". Esta señal piloto es utilizada por las unidades móviles para obtener el sincronismo inicial del sistema y proporcionar un estrecho seguimiento del tiempo, frecuencia y fase de las señales transmitidas desde el emplazamiento
40 de célula.

Cada emplazamiento de célula también transmite un canal de "establecimiento" que comprende información modulada de espectro disperso, tal como la identificación del emplazamiento de célula, el sincronismo del sistema, información de paginación del móvil y otras señales de control. La señal piloto transmitida por cada emplazamiento
45 de célula tiene el mismo código de dispersión, pero con un desplazamiento de fase de código diferente. El desplazamiento de fase permite distinguir las señales piloto entre sí, permitiendo la distinción de los emplazamientos de célula que emiten dichas señales. El uso del mismo código de la señal piloto permite que la unidad móvil encuentre el sincronismo del sistema realizando una sola búsqueda a través de todas las fases del código de la señal piloto. La señal piloto más fuerte, determinada según un proceso de correlación para cada fase de código, es fácilmente identificable. La señal piloto identificada corresponde a la señal piloto transmitida por el emplazamiento de célula más próxima.
50

Una vez adquirida la señal piloto más fuerte, es decir que se ha efectuado el sincronismo de la unidad móvil con la señal piloto más fuerte, la unidad móvil explora el canal de establecimiento apropiado de este emplazamiento de célula. El canal de establecimiento es transmitido por el emplazamiento de célula utilizando uno de entre una pluralidad de
55 diferentes códigos de espectro disperso predeterminados. En una forma de realización ejemplificativa de la presente invención, se utilizan veintidós códigos diferentes. Sin embargo, debe entenderse que podrían utilizarse en el canal de establecimiento más o menos códigos, según los parámetros del sistema. A continuación, la unidad móvil empieza a explorar a través de los diferentes códigos utilizados en el canal de establecimiento.

60 Cuando la unidad móvil identifica el código de establecimiento apropiado para este emplazamiento de célula, se recibe y procesa la información del sistema. La unidad móvil además monitoriza el canal de celular buscando mensajes de control. Uno de dichos mensajes de control podría indicar que se encuentra una llamada en espera para ser transferida a esta unidad móvil.

65 La unidad móvil continúa explorando el código de la señal portadora piloto recibida a los desplazamientos de código correspondientes a las señales piloto transmitidas por los emplazamientos de célula contiguos. Se realiza la exploración para determinar si la señal piloto emitida por las células contiguas es más intensa que la señal piloto que en primer lugar se determinó como la más intensa. Si, estando en este modo de inactividad de llamada, una señal piloto

ES 2 113 353 T5

de emplazamiento de célula contiguo es más intensa que la señal piloto transmitida por el emplazamiento de célula inicial, la unidad móvil adoptará la señal piloto más fuerte y el correspondiente canal de establecimiento del nuevo emplazamiento de célula.

5 Cuando se inicia una llamada, se determina una dirección de código de pseudorruído (PN) para ser utilizada en el transcurso de esta llamada. La dirección del código puede, o bien ser asignada por el emplazamiento de célula, o bien puede ser preestablecida en función de la identidad de la unidad móvil. Después de iniciar una llamada, la unidad móvil continúa explorando la señal piloto transmitida por los emplazamientos de célula situados en las células vecinas. La exploración de la señal piloto continúa con el objeto de determinar si una de las señales piloto transmitidas por los emplazamientos de célula contiguas es más intensa que la señal piloto transmitida por el emplazamiento de célula con el cual está comunicándose la unidad móvil. Cuando la señal piloto transmitida por un emplazamiento de célula situado en los alrededores resulta más fuerte que la señal piloto transmitida por un emplazamiento de célula de la célula actual, se envía una indicación a la unidad móvil de que se ha entrado en una nueva célula y que debe iniciarse la transferencia. Como respuesta a esta determinación de la intensidad de la señal piloto, la unidad móvil genera y transmite un mensaje de control al emplazamiento de célula que actualmente está dando servicio a la llamada. Este mensaje de control, indicativo de que actualmente existe una nueva señal piloto transmitida por un emplazamiento de célula que es más intenso que la señal piloto transmitida del emplazamiento de célula actual, se proporciona al controlador del sistema. El mensaje de control además contiene información identificativa del nuevo emplazamiento de célula y del nuevo código PN. El mensaje de control, reemitido al controlador del sistema, indica que está a punto de iniciarse una transferencia en las comunicaciones de la unidad móvil hacia el emplazamiento de célula identificado.

El controlador del sistema empieza en este momento el proceso de transferencia. Debe entenderse que durante la transferencia no debe cambiar la dirección del código PN de la unidad móvil particular que debe someterse al proceso de transferencia. El controlador del sistema empieza la transferencia asignando a la llamada un módem situado en el nuevo emplazamiento de célula. En las comunicaciones establecidas entre la unidad móvil y el actual módem del emplazamiento de célula, se da a éste la dirección PN asociada a la llamada. El módem del nuevo emplazamiento de célula asignado para dar servicio a la llamada realiza una exploración y localiza la señal transmitida de la unidad móvil. El módem del emplazamiento de célula también empieza a transmitir una señal saliente hacia la unidad móvil. La unidad móvil realiza una exploración para localizar dicha señal saliente de acuerdo con la información de la señal y del canal de establecimiento proporcionada por el nuevo emplazamiento de célula. Cuando se detecta la nueva señal transmitida por el módem del emplazamiento de célula, la unidad móvil conmuta para realizar la escucha de esta señal. La unidad móvil transmite a continuación un mensaje de control indicando que ha terminado la transferencia. El mensaje de control es suministrado al controlador del sistema por el módem del emplazamiento de célula nueva, la antigua, o por ambas. En respuesta a este mensaje de control, el controlador del sistema conmuta la llamada sólo hacia el módem del nuevo emplazamiento de célula, terminando la llamada a través del módem del antiguo emplazamiento de célula. Entonces, el módem del antiguo emplazamiento de célula queda disponible en una reserva de módems para una nueva asignación.

Sin embargo, cuando la unidad móvil se encuentra dentro de una sola área de servicio de célula en la que las señales del emplazamiento de célula son señales multitrayecto, las correspondientes señales transmitidas por el emplazamiento de célula son más intensas que cualquier señal transmitida por otros emplazamientos de célula que pueda ser recibida por la unidad móvil. En el modo de funcionamiento en una sola célula, el receptor explorador monitoriza las señales multitrayecto e identifica la más intensa recibida en los diversos multitrayectos. El receptor explorador proporciona esta información al procesador de control de la unidad móvil que da instrucciones a los receptores de datos para realizar un seguimiento de las señales de estos trayectos de mayor intensidad. Seguidamente, las señales son emitidas desde los receptores de datos suministrándose a un combinador múltiple.

Durante la transferencia de la llamada, las comunicaciones de la unidad móvil hacia varios emplazamientos de célula están sometidas a múltiples trayectos. Estas comunicaciones son también procesadas por los receptores múltiples en la unidad móvil para realizar una combinación múltiple. Además, las señales transmitidas a través de varios emplazamientos de célula se combinan en un combinador múltiple situado en el controlador del sistema. La presente invención permite además lo que en esta memoria se denomina modo de emplazamiento de célula múltiple, en momentos distintos de la transferencia. En este modo, se permite que la unidad móvil pueda comunicarse con diversos emplazamientos de célula a discreción.

En el modo de emplazamiento de célula múltiple, se permite la subsistencia de la llamada en el estado intermedio descrito anteriormente en relación al proceso en el que la llamada es procesado por dos emplazamientos de célula. En la forma de realización ejemplificativa descrita en la presente memoria en relación a la telefonía móvil de esta invención, se utiliza un total de tres procesadores demoduladores o receptores. Uno de los receptores se utiliza para la función de exploración mientras que los otros dos receptores se utilizan como un receptor múltiple de dos canales. Durante el funcionamiento en una sola célula, el receptor explorador trata de localizar la señal transmitida por el emplazamiento de célula que se dirige a través de múltiples trayectos hacia la unidad móvil. Estas señales multitrayecto normalmente son generadas por múltiples reflexiones de las señales sobre el terreno, edificios y otros obstáculos. Cuando coinciden dos o más de dichas reflexiones, se asignan los dos receptores a los trayectos de mayor intensidad. El receptor explorador continúa evaluando los múltiples trayectos para mantener los dos receptores en sincronismo con las señales de los dos trayectos de mayor intensidad conforme cambian las condiciones de los trayectos.

ES 2 113 353 T5

En el modo de emplazamiento de célula múltiple, el receptor explorador determina los trayectos de mayor intensidad de cada emplazamiento de célula. Se asigna a los dos receptores la demodulación de las señales que circulan sobre los dos trayectos de mayor intensidad de entre los trayectos disponibles procedentes del emplazamiento de célula original y del emplazamiento de célula nueva. El proceso de demodulación de datos utiliza información procedente de los dos receptores mencionados en una operación combinadora múltiple. El resultado de esta operación combinadora múltiple es una resistencia mucho mayor al desvanecimiento perjudicial que puede producirse en un entorno de telefonía celular de múltiples trayectos.

La presente invención utiliza la combinación múltiple para mejorar sensiblemente la calidad y fiabilidad de las comunicaciones en un sistema de telefonía celular móvil. En la presente invención se utiliza una forma de combinación de relación máxima. La relación de señal-ruido se determina combinando ambos trayectos con las contribuciones de los dos trayectos ponderados apropiadamente. La combinación es coherente puesto que la demodulación de la señal piloto permite determinar la fase de cada trayecto.

En el trayecto desde la unidad móvil a los emplazamientos de célula, se obtiene también una recepción múltiple de trayecto haciendo que los dos emplazamientos de célula demodulen las señales transmitidas por la unidad móvil. Ambos emplazamientos de célula emiten sus señales de datos demoduladas hacia el controlador del sistema junto con una indicación de la calidad de la señal en los receptores de los emplazamientos de célula. El controlador del sistema entonces combina las dos versiones de la señal de la unidad móvil y selecciona la señal que tiene la mejor indicación de calidad. Debe entenderse que es posible transmitir las señales no codificadas o incluso las que no están demoduladas hacia el controlador del sistema, con el objeto de permitir la utilización de un mejor proceso de combinación múltiple.

El controlador del sistema responde conectando la llamada a un módem del nuevo emplazamiento de célula. El controlador del sistema realiza entonces una combinación múltiple de las señales recibidas por los dos emplazamientos de célula mientras la unidad móvil realiza la combinación múltiple de las señales recibidas desde los dos emplazamientos de célula. El modo de célula múltiple continúa hasta que las señales recibidas de ambos emplazamientos de célula son de un nivel suficiente como para permitir una buena demodulación de calidad.

La unidad móvil continúa explorando las señales transmitidas por otros emplazamientos de célula. Si una señal transmitida por un tercer emplazamiento de célula se hace más intensa que una de las señales originales de los dos emplazamientos de célula, la unidad móvil transmite un mensaje de control hacia el controlador del sistema a través de por lo menos un emplazamiento de célula actual. El mensaje de control indica la identidad de este emplazamiento de célula y solicita la transferencia. Entonces, el controlador del sistema interrumpe la llamada a través de la señal del emplazamiento de célula de menor intensidad de las tres, suministrando la llamada a través de los emplazamientos de célula de mayor intensidad. En el caso de que las unidades móviles se equipen con receptores adicionales, como por ejemplo tres receptores, puede implantarse un modo de triple emplazamiento de célula múltiple.

El modo de emplazamiento de célula múltiple termina cuando la unidad móvil determina que sólo un emplazamiento de célula está proporcionando señales adecuadas para una demodulación de calidad. La unidad móvil entonces envía un mensaje de control indicando que el emplazamiento de célula continúe en comunicación cuando termine el modo de emplazamiento de célula múltiple. El controlador del sistema también puede terminar el modo de emplazamiento de célula múltiple en el caso de que el sistema pueda sobrecargarse con un número insuficiente de módems disponibles para soportar todas las solicitudes de este modo de funcionamiento procedentes de las unidades móviles. El modo de emplazamiento de célula múltiple, como se ha expuesto anteriormente, se ejecuta mediante decisiones adoptadas en la unidad móvil para funcionar en este modo. Sin embargo, debe entenderse que el modo de emplazamiento de célula múltiple puede implantarse adoptando las decisiones para el funcionamiento en este modo en el controlador del sistema. También debe entenderse que el receptor del emplazamiento de célula puede utilizar la arquitectura de receptores múltiples descrita anteriormente para suministrar una recepción múltiple cuando lleguen las señales al emplazamiento de célula procedentes de una unidad móvil después de viajar con un retardo diferencial mayor que un retardo diferencial de microintervalo de PN.

La presente invención proporciona una mejora substancial sobre los sistemas de telefonía celular convencionales en lo referente a la resistencia a los desvanecimientos de las señales, combinando de forma coherente las señales multitrayecto.

Breve descripción de los dibujos

Las características y ventajas de la presente invención serán más evidentes a partir de la descripción detallada que se realiza a continuación cuando se analiza conjuntamente con los dibujos, en los que los caracteres de referencia análogos señalan elementos análogos y en los que:

La Figura 1 es una vista general esquemática de un sistema de telefonía celular CDMA ejemplificativa, según la presente invención.

La Figura 2 es un diagrama de bloques de un teléfono de unidad móvil configurada para comunicaciones CDMA en un sistema de telefonía celular CDMA.

ES 2 113 353 T5

La Figura 3 es un diagrama de bloques de un equipo de emplazamiento de célula en un sistema de telefonía celular CDMA; y

La Figura 4 es un diagrama de bloques de un equipo de centro de conmutación de telefonía móvil.

5

Descripción detallada de las formas de realización preferidas

En la Figura 1 se ilustra un sistema de telefonía ejemplificativo que se realiza la presente invención. El sistema ilustrado en la Figura 1 utiliza técnicas de modulación CDMA para las comunicaciones entre las unidades o teléfonos móviles del sistema y los emplazamientos de célula. Los sistemas celulares de grandes ciudades pueden disponer de cientos de estaciones de emplazamiento de célula que dan servicio a cientos de miles de teléfonos móviles. El uso de técnicas CDMA facilita enormemente aumentos de capacidad de usuarios en sistemas de estas dimensiones comparados con sistemas celulares de modulación de FM convencionales.

En la Figura 1, el controlador del sistema y conmutador 10, también denominado centro de conmutación telefónica móvil (MTSO - Mobile Telephone Switching Office), normalmente incluye un interfaz y circuitos de proceso para suministrar un control de sistema a los emplazamientos de célula. El controlador 10 controla el encaminamiento de las llamadas telefónicas desde la red telefónica conmutada pública (PSTN) al emplazamiento de célula apropiada para su transmisión a la unidad móvil apropiada. El controlador 10 también controla el encaminamiento de las llamadas desde las unidades móviles a través de por lo menos un emplazamiento de célula hacia la PSTN. El controlador 10 puede dirigir las llamadas entre los usuarios móviles a través de las estaciones de emplazamiento de célula apropiadas, puesto que dichas unidades móviles normalmente no se comunican directamente entre sí.

El controlador 10 puede acoplarse con los emplazamientos de célula a través de diversos medios como líneas telefónicas dedicadas, enlaces de fibra óptica o enlaces de comunicaciones por microondas. En la Figura 1 se ilustran dos de los mencionados emplazamientos de célula 12 y 14 junto con las unidades móviles 16 y 18, incluyendo cada una un teléfono celular. Las flechas 20a-20b y 22a-22b definen respectivamente los posibles enlaces de comunicaciones entre el emplazamiento de célula 12 y las unidades móviles 16 y 18. De manera similar, las flechas 24a-24b y las flechas 26a-26b definen respectivamente los posibles enlaces de comunicaciones entre el emplazamiento de célula 14 y las unidades móviles 16 y 18. Los emplazamientos de célula 12 y 14 transmiten nominalmente empleando la misma potencia.

Las áreas de servicio de los emplazamientos de célula o células están diseñados para áreas geográficas tales que la unidad móvil se encuentre normalmente más cerca de un emplazamiento de célula. Cuando la unidad móvil se encuentra disponible, por ejemplo no hay llamadas en curso, la unidad móvil monitoriza constantemente las transmisiones de la señal piloto procedente de cada emplazamiento de célula próximo. Como ilustra la Figura 1, las señales piloto son transmitidas a la unidad móvil 16 por los emplazamientos de célula 12 y 14 a través de los enlaces de comunicaciones 20a y 26a respectivos. La unidad móvil determina entonces la célula con la que se encuentra comunicada comparando la intensidad de la señal de las señales piloto transmitidas desde dichos emplazamientos de célula particulares.

La unidad móvil 16 mide la potencia total recibida a través de las señales piloto transmitidas por los emplazamientos de célula 12 y 14 a través de los trayectos 20a y 26a. De manera similar, la unidad móvil 18 mide la potencia total recibida a través de las señales piloto transmitidas por los emplazamientos de célula 12 y 14 a través de los trayectos 22a y 24a. En cada una de las unidades móviles 16 y 18 se mide la potencia de la señal piloto en el receptor, siendo la señal una señal de banda ancha. En consecuencia, esta medición de potencia se realiza antes de la correlación de la señal recibida con una señal dispersa de espectro de pseudoruido (PN).

Cuando la unidad móvil 16 se encuentra más cerca del emplazamiento de célula 12, la potencia de la señal recibida estará dominada por el trayecto de recorrido por la señal 20a. Cuando la unidad móvil 16 se encuentra más cerca del emplazamiento de célula 14, la potencia recibida estará dominada por la señal que recorre el trayecto 26a. De manera similar, cuando la unidad móvil 18 se encuentra más cerca del emplazamiento de célula 14, la potencia recibida estará dominada por la señal que recorre el trayecto 24a. Cuando la unidad móvil 18 se encuentra más cerca del emplazamiento de célula 12, la potencia recibida estará dominada por la señal que recorre el trayecto 22a.

Cada una de las unidades móviles 16 y 18 utiliza la medida resultante así como el conocimiento de la potencia del transmisor del emplazamiento de célula y la ganancia de la antena de la unidad móvil para estimar las pérdidas de trayecto del emplazamiento de célula más cercana. Se utilizan las pérdidas de trayecto junto con la ganancia de la antena móvil y la relación G/T del emplazamiento de célula (ganancia de la antena receptora G dividido por el nivel de ruido del receptor T) para determinar la potencia nominal del transmisor necesaria para obtener la relación de portadora a ruido en el receptor del emplazamiento de célula. El conocimiento de los parámetros de los emplazamientos de célula por las unidades móviles puede fijarse o bien en memoria o pueden ser transmitidos por las señales información radiodifundidas por los emplazamientos de célula, así como por el canal de establecimiento, para indicar condiciones de un emplazamiento de célula particular distintos de las condiciones nominales.

En el ejemplo ilustrado en la Figura 1, puede considerarse que la unidad móvil 16 se encuentra más cerca del emplazamiento de célula 12. Cuando la unidad móvil 16 inicia una llamada, se transmite un mensaje de control al emplazamiento de célula más próximo, el emplazamiento de célula 12. Cuando el emplazamiento de célula 12 recibe

ES 2 113 353 T5

el mensaje de solicitud de llamada, envía una señal al controlador del sistema 10 y transfiere el número de la llamada. El controlador del sistema 10 conecta entonces la llamada a través de la PSTN hacia el receptor de destino.

5 En el caso de que se inicie una llamada en la PSTN, el controlador 10 transmite la información de la llamada a todos los emplazamientos de célula del área. A su vez, los emplazamientos de célula transmiten un mensaje de paginación a la unidad móvil del receptor de destino. Cuando la unidad móvil detecta un mensaje de paginación, responde con un mensaje de control que se transmite al emplazamiento de célula más próximo. Este mensaje de control indica al controlador del sistema que este emplazamiento de célula determinada se encuentra en comunicación con la unidad móvil. El controlador 10 entonces encamina la llamada hacia la unidad móvil a través de dicho emplazamiento de célula.

15 En el caso de que una unidad móvil 16 se desplace fuera del área de cobertura del emplazamiento de célula inicial, el emplazamiento de célula 12, se realiza una tentativa para continuar la llamada encaminándola hacia otro emplazamiento de célula. En el proceso de transferencia existen dos métodos diferentes para iniciar la transferencia de la llamada o encaminamiento a través de otro emplazamiento de célula.

20 El primer método, denominado mensaje iniciado desde el emplazamiento de célula, es similar al método de transferencia utilizado en los sistemas telefónicos celulares analógicos de primera generación que actualmente se encuentran en funcionamiento. En el método de iniciación desde el emplazamiento de célula, el emplazamiento de célula inicial, el emplazamiento de célula 12, advierte que la señal transmitida por la unidad móvil 16 ha descendido por debajo de cierto nivel umbral. El emplazamiento de célula 12 entonces transmite una solicitud de transferencia al controlador del sistema 10. El controlador 10 retransmite la solicitud a todos los emplazamientos de célula contiguos, incluyendo el emplazamiento de célula 14. La solicitud transmitida por el controlador incluye información relativa al canal, incluyendo la secuencia de código PN utilizada por la unidad móvil 16. El emplazamiento de célula 14 sintoniza un receptor con el canal utilizado por la unidad móvil y mide la intensidad de la señal, normalmente utilizando técnicas digitales. Si los receptores del emplazamiento de célula 14 informan que se recibe una señal más intensa que la señal del emplazamiento de célula inicial, entonces se realiza la transferencia hacia dicho emplazamiento de célula.

30 El segundo método de iniciación de una transferencia se denomina de transferencia iniciada en el móvil. La unidad móvil está equipada con un receptor explorador que, entre otras funciones, explora la transmisión de la señal piloto emitida por los emplazamientos de célula contiguos. Si se detecta que una señal piloto del emplazamiento de célula 14 es más intensa que la señal piloto del emplazamiento de célula 12, la unidad móvil 16 transmite un mensaje de control hacia el emplazamiento de célula actual, el emplazamiento de célula 12. Este mensaje de control contiene información que identifica el emplazamiento de célula de mayor intensidad de la señal además de información solicitando una transferencia a este emplazamiento de célula. El emplazamiento de célula 12 transfiere este mensaje de control al controlador 10.

40 El método de transferencia iniciada en el móvil tiene varias ventajas sobre el método de transferencia iniciada en el emplazamiento de célula. La unidad móvil advierte los cambios de trayectos entre ella y los distintos emplazamientos de célula contiguos mucho antes y con menos esfuerzo del que son capaces de realizar los emplazamientos de célula. Sin embargo, para realizar una transferencia iniciada en el móvil, cada unidad móvil debe estar dotada de un receptor explorador para realizar la función de exploración. En la forma de realización ejemplificativa descrita en la presente memoria consistente en una unidad móvil con capacidad de comunicaciones CDMA, el receptor explorador tiene funciones adicionales que exigen su presencia.

45 Cuando la unidad móvil 16 se encuentra dentro del área de cobertura del emplazamiento de célula 14, de manera que las señales transmitidas por el emplazamiento de célula 14 son más intensas, el receptor explorador de la unidad móvil 16 utiliza las señales multirayecto de intensidad máxima para procesarlas en los receptores de datos múltiples.

50 En el caso de que la unidad móvil 16 se desplace fuera del área de cobertura del emplazamiento de célula original, el emplazamiento de célula 12, se intenta continuar la llamada encamina la misma a través de otro emplazamiento de célula. En el modo de célula múltiple, la llamada se encamina a través de múltiples emplazamientos de célula. El uso del sistema receptor múltiple de la presente invención permite comunicaciones entre la unidad móvil 16 y los emplazamientos de célula 12 y 14 y otros emplazamientos de célula.

55 La figura 2 ilustra la unidad móvil en forma de diagrama de bloques. La unidad móvil incluye una antena 30 que está acoplada, a través del diplexor 32, a un receptor analógico 34 y un amplificador de potencia de transmisión 36. La antena 30 y el diplexor 32 tienen un diseño estándar y permiten la transmisión y recepción simultáneas a través de una única antena. La antena 30 recibe las señales transmitidas y las suministra, a través del diplexor 32, al receptor analógico 34. El receptor analógico 34 recibe las señales de frecuencia RF (Radio Frequency-Radiofrecuencia) del diplexor 32 que normalmente se encuentran en la banda de frecuencias de 850 MHz para su amplificación y conversión-reducción a una frecuencia IF (Intermediate Frequency-Frecuencia Intermedia). Este proceso de traslación se realiza utilizando un sintetizador de frecuencia de diseño estándar que permite sintonizar el receptor a cualquiera de las frecuencias incluidas en la banda de frecuencias de recepción de la banda de frecuencias de telefonía celular global.

65 A continuación, la señal de IF se hace pasar a través de un filtro pasa banda de onda acústica de superficie (SAW-Surface Acoustic Wave), que en la forma de realización preferente tiene un ancho de banda de 1,25 MHz. Las características del filtro SAW se eligen para adaptarse a la forma de la onda de la señal transmitida por el emplazamiento

ES 2 113 353 T5

de célula que ha sido modulada por espectro disperso de secuencia directa mediante una secuencia PN temporizada a una frecuencia predeterminada, que en la forma de realización preferida es de 1,25 MHz. Esta frecuencia de reloj se elige para ser un múltiplo entero de un número de velocidades de transmisión común, como 16 Kbps, 9,6 Kbps y 4,8 Kbps.

5 El receptor 34 también ejecuta una función de control de potencia para ajustar la potencia transmitida de la unidad móvil. El receptor 34 genera una señal de control de potencia analógica que se suministra para transmitir circuitería de control de potencia de transmisión 38.

10 El receptor 34 también se suministra con un convertidor analógico a digital (A/D) (no mostrado) para convertir la señal de IF a una señal digital, conversión que en la forma de realización preferida tiene lugar a una frecuencia de reloj de 9,216 MHz, que es exactamente ocho veces la frecuencia del microintervalo de PN. La señal digitalizada se suministra para cada uno de dos o más procesadores de señal o receptores de datos, uno de los cuales es un receptor explorador y el resto receptores de datos.

15 En la figura 2, se suministra la salida de señal digitalizada del receptor 34 a los receptores de datos digitales 40 y 42 y al receptor explorador 44. Queda entendido que una unidad móvil económica de bajas prestaciones sólo puede tener un único receptor de datos, mientras que las unidades de mayores prestaciones pueden tener dos o más para permitir la recepción múltiple.

20 La señal de IF digitalizada puede contener las señales de muchas llamadas en curso junto con las portadoras piloto transmitidos por el emplazamiento de célula actual y todos los emplazamientos de célula contiguos. La función de los receptores 40 y 42 consiste en correlacionar las muestras de IF con la secuencia PN apropiada. Este proceso de correlación proporciona una propiedad bien conocida en la técnica como “ganancia de procesamiento” que mejora la relación señal-interferencia de una señal que se adapta a la secuencia de PN apropiada, mientras que no mejora otras señales. A continuación se detecta de forma sincronizada la salida de correlación utilizando la portadora piloto del emplazamiento de célula más próximo como referencia de fase de la portadora. El resultado de este proceso de detección es una secuencia de símbolos de datos codificados.

30 Una propiedad de la secuencia PN tal como se utiliza en la presente invención es que la discriminación se suministra en relación a señales multitrayecto. Cuando la señal llega al receptor móvil después de pasar a través de más de un trayecto, habrá una diferencia en el tiempo receptores de las señales. Esta diferencia de tiempo de recepción corresponde a la diferencia de recorridos dividida por la velocidad de la luz. Si esta diferencia de tiempo supera un microsegundo, el proceso de correlación discriminará en relación a uno de los trayectos. El receptor puede elegir si seguir y recibir el primero o el último trayecto. Si se suministran dos receptores, como los receptores 40 y 42, podrán seguirse los dos trayectos en paralelo.

35 El receptor explorador 44, controlado por el procesador de control 46, es para la exploración continua del dominio temporal alrededor del tiempo nominal de una señal piloto recibida del emplazamiento de célula para otras señales piloto multitrayecto del mismo emplazamiento de célula y para señales piloto transmitidas por otros emplazamientos de célula. El receptor 44 medirá la intensidad de cualquier recepción de una forma de onda deseada en un tiempo diferente del nominal. El receptor 44 compara la intensidad de señal de las señales recibidas. El receptor 44 suministra una señal de intensidad de señal al procesador de control 46 indicativa de las señales de intensidad máxima y una relación de tiempos relativos.

45 El procesador 46 suministra señales de control a los receptores digitales de datos 40 y 42 para que cada uno procese una de las señales de intensidad máxima diferente. Ocasionalmente, la señal piloto transmitida por otro emplazamiento de célula es de una intensidad de señal mayor que la intensidad de señal del emplazamiento de célula actual. Entonces el procesador de control 46 generaría un mensaje de control para su transmisión al controlador del sistema a través del emplazamiento de célula actual, solicitando una transferencia de la llamada al emplazamiento de célula correspondiente a la señal piloto de mayor intensidad. Por lo tanto, los receptores 40 y 42 pueden manejar llamadas a través de dos emplazamientos de célula diferentes.

55 Las salidas de los receptores 40 y 42 se suministran al circuito decodificador y combinador múltiple 48. El circuito combinador múltiple que se encuentra en el circuito 48 simplemente sincroniza las dos corrientes de señales recibidas y las suma. Este proceso de adición puede realizarse multiplicando las dos corrientes por un número correspondiente a las intensidades de señal relativas de las dos corrientes. Esta operación puede considerarse un combinador múltiple de máxima relación. A continuación se decodifica la corriente de señal combinada resultante utilizando un decodificador de detección de errores de la corriente directa, también incluido en el circuito 48.

60 En la forma de realización del ejemplo, se utiliza una codificación convolucional. La codificación convolucional tiene una longitud restringida 9 y una relación de códigos 1/3, es decir que se generan y transmiten tres símbolos codificados por cada bit de información que debe ser transmitido. El decodificador óptimo para este tipo de código es el decodificador de algoritmo de Viterbi de decisión por “soft”. Los bits de información decodificada resultantes pasan al circuito de banda base digital de usuario 50.

65 El circuito de banda base 50 incluye normalmente un “vocoder” digital (no mostrado). Además, el circuito de banda base 50 sirve como interfaz de un microteléfono o de cualquier otro tipo de periférico. El circuito de banda

ES 2 113 353 T5

base 50 aloja una variedad de diseños de “vocoder” diferentes. El circuito de banda base 50 suministra señales de información de salida al usuario conforme a la información suministrada por el circuito 48.

Las señales de voz analógicas del usuario suministradas normalmente a través de un microteléfono se suministran en forma de entrada a un circuito de banda base 50. El circuito de banda base 50 incluye un convertidor analógico a digital (A/D) (no mostrado) que convierte la señal analógica a formato digital. La señal digital se suministra al “vocoder” digital, donde es codificada. La salida del “vocoder” se suministra a un circuito directo de codificación de corrección de errores (no mostrado) para la corrección de errores. Esta señal de voz digitalizada codificada es emitida desde el circuito de banda base 50 hacia el modulador de transmisión 52.

El modulador de transmisión 52 modula la señal codificada en una señal portadora PN, cuya secuencia PN se elige según la función de dirección asignada para la llamada. La secuencia PN está determinada por el procesador de control 46 de la información de establecimiento de llamada que es transmitida por el emplazamiento de célula y decodificada por los receptores 40 y 42. Alternativamente, el procesador de control 46 puede determinar la secuencia PN estableciendo un preacuerdo con el emplazamiento de célula. El procesador de control 46 proporciona la información de la secuencia PN al modulador de transmisión 52 y a los receptores 40 y 42 para decodificar la llamada. La salida del modulador de transmisión 52 se suministra al circuito de control de potencia de transmisión 38. La potencia de transmisión de la señal es controlada por la señal de control de potencia analógica proporcionada por el receptor 34. Los bits de control son transmitidos por los emplazamientos de célula en forma de una orden de ajuste de potencia y son procesados por los receptores de datos 40 y 42. El comando de ajuste de potencia es utilizado por el procesador de control 46 para ajustar el nivel de potencia de transmisión de la unidad móvil. Como respuesta a esta orden, el procesador de control 46 genera una señal de control de potencia digital que se suministra al circuito 38. En la solicitud de patente en trámite anteriormente mencionada se da también más información sobre la interrelación de los receptores 40 y 42, el procesador de control 46 y el circuito de control de potencia de transmisión 38.

El circuito de control de potencia de transmisión 38 emite la señal modulada controlada por potencia al circuito amplificador de potencia de transmisión 36. El circuito 36 amplifica y convierte la señal de IF a una frecuencia RF, mezclándola con una señal de salida de sintetizador de frecuencia que sintoniza la señal a la frecuencia de salida apropiada. El circuito 36 incluye un amplificador que amplifica la potencia a un nivel de salida final. Las señales de transmisión deseadas son emitidas desde el circuito 36 hacia el diplexor 32. El diplexor 32 acopla la señal a la antena 30 para su transmisión a los emplazamientos de célula.

El procesador de control 46 también es capaz de generar mensajes de control tales como solicitudes de modo de célula múltiple y órdenes de final de comunicación de emplazamientos de célula. Estas órdenes se suministran al modulador de transmisión 52 para su transmisión. El procesador de control 46 es sensible a los datos recibidos de los receptores de datos 40 y 42 y del receptor explorador 44 para tomar decisiones relativas a la transferencia y la combinación múltiple.

La Figura 3 ilustra un diagrama de bloques de una forma de realización de ejemplificativa de un equipo de un emplazamiento de célula. En el emplazamiento de célula se utilizan dos sistemas receptores, cada uno de los cuales tiene una antena independiente y un receptor analógico para la recepción múltiple espacial. En cada uno de los sistemas receptores las señales se procesan de forma idéntica hasta que se someten a un proceso de combinación múltiple. Los elementos situados dentro del recuadro de líneas y puntos corresponden a elementos relativos a las comunicaciones entre el emplazamiento de célula y la unidad móvil. La salida de los receptores analógicos también se suministran a otros elementos utilizados en las comunicaciones con otras unidades móviles.

En la Figura 3, el primer sistema receptor comprende una antena 60, un receptor analógico 62, un receptor explorador 64 y un receptor de datos digital 66. Este sistema receptor puede incluir también un receptor de datos digital 68 opcional. El segundo sistema receptor incluye una antena 70, un receptor analógico 72, un receptor explorador 74 y un receptor de datos digital 76. En el proceso de la señal y de control de transferencia múltiple también se utiliza un procesador de control del emplazamiento de célula 78. Ambos sistemas receptores se acoplan al combinador múltiple y circuito decodificador 80. El enlace digital 82 se utiliza para comunicar señales hacia y desde el MTSO (Figura 4), estando el modulador de transmisión del emplazamiento de célula 84 y el circuito 80 controlados por el procesador de control 78.

Las señales recibidas en la antena 60 son suministradas al receptor analógico 62. Las señales recibidas son amplificadas por un amplificador del receptor 62 y transformadas en una frecuencia IF mezclándolas con una señal de salida de un sintetizador de frecuencia. Las señales de IF pasan por un filtro pasabanda y se digitalizan con un proceso idéntico al descrito en relación al receptor analógico de la unidad móvil. Las señales de IF digitalizadas se suministran a un receptor de datos digital 66, a un receptor de datos 68 opcional y a un receptor explorador 64, y respectivamente se procesan de manera similar a la dada a conocer en relación a los receptores de datos digitales y al receptor explorador de la unidad móvil de la Figura 2. Sin embargo, el proceso realizado por los receptores de datos digitales y los receptores exploradores es diferente en diversos aspectos para el caso del enlace de la unidad móvil al emplazamiento de célula respecto al caso del enlace entre el emplazamiento de célula y la unidad móvil.

En el caso del enlace entrante, o enlace desde la unidad móvil al emplazamiento de célula, la unidad móvil no transmite una señal piloto que pueda ser utilizada para finalidades de referencia coherente en el proceso de la señal en

ES 2 113 353 T5

el emplazamiento de célula. Por lo tanto, el enlace de la unidad móvil al emplazamiento de célula utiliza un esquema de modulación y demodulación no coherente que utiliza una señalización ortogonal de orden 64.

El receptor explorador 64 se utiliza de nuevo para explorar el dominio temporal alrededor de la señal recibida para asegurar que el receptor de datos digital 66, y el receptor de datos digital 68 en su caso, están siguiendo y procesando la señal de dominio temporal intensidad máxima disponible. Este proceso de seguimiento es idéntico al descrito en relación a la unidad móvil. El receptor explorador 64 suministra una señal al procesador de control del emplazamiento de célula 78 que suministra señales de control a los receptores de datos digitales 66 y 68 para seleccionar la señal recibida apropiada para su procesamiento.

En el proceso de señalización ortogonal de orden 64, los símbolos transmitidos por la unidad móvil tienen una posibilidad de entre 64 diferentes. Un símbolo de 6 bits se codifica adoptando uno de entre 2^6 secuencias binarias diferentes, es decir 64. El conjunto de secuencias elegido es conocido como funciones de Walsh. La función de recepción óptima de las funciones de Walsh es la Transformada Rápida de Hadamard (FHT - Fast Hadamard Transform). En el receptor explorador 64 y en los receptores de datos digitales 66 y 68, la señal de entrada es correlacionada tal como se ha expuesto en relación a los receptores de la unidad móvil, enviándose la salida del correlador al procesador FHT. El procesador FHT produce un conjunto de 64 coeficientes por cada 6 símbolos. Los 64 símbolos se multiplican luego por una función de ponderación generada en el receptor. La función de ponderación se enlaza con la intensidad de la señal medida. A continuación, los datos ponderados se suministran como salida a un circuito combinador múltiple y decodificador 80.

El segundo sistema receptor procesa las señales recibidas de manera similar a la que se han expuesto en relación con el primer sistema receptor de la Figura 3. La salida de los 64 símbolos ponderados de los receptores 66 y 76 se suministra al combinador múltiple y circuito decodificador 80. El circuito 80 incluye un sumador que añade los 64 símbolos ponderados procedentes del receptor 66 a los 64 símbolos ponderados procedentes del receptor 76. Los 64 coeficientes resultantes se comparan entre sí para determinar el coeficiente mayor. La magnitud del resultado de la comparación, junto con la identidad del mayor de los 64 coeficientes, se utiliza para determinar un conjunto de pesos y símbolos del decodificador para ser usado en el decodificador de algoritmo de Viterbi implantado en el circuito 80.

El decodificador de Viterbi preferentemente tiene una longitud de restricción 9 y una relación de códigos 1/2. El decodificador de Viterbi se utiliza para determinar la secuencia de bits de información más probable. Para cada bloque de datos del "vocoder", normalmente 15 ms de datos, se obtiene una estimación de la calidad de la señal y se transmite a la unidad móvil en forma de orden de ajuste de potencia de ésta, junto con datos. En la solicitud en trámite mencionada anteriormente se expone con más detalle información adicional sobre la generación de esta estimación de la calidad. Esta estimación de la calidad es la relación de señal a ruido media en un intervalo de 15 ms.

En la Figura 3 puede incluirse un receptor de datos digital 68 opcional para mejorar el rendimiento del sistema. Este receptor de datos adicional, sólo o en combinación con receptores adicionales, puede seguir y recibir otros trayectos retardados posibles de las señales transmitidas por la unidad móvil. La estructura y funcionamiento de dicho receptor es similar a la descrita en relación a los receptores de datos digitales 66 y 76. El receptor 68 se utiliza para obtener modos múltiples adicionales. Los receptores de datos digitales adicionales opcionales que proporcionan modos múltiples adicionales son altamente útiles en aquellos emplazamientos de célula situados en áreas urbanas de alta densidad, en las que pueden producirse muchas posibilidades de señales multitrayecto.

Las señales procedentes del MTSO se acoplan al modulador de transmisión apropiado a través del enlace digital 82 controlado por el procesador de control 78. El modulador de transmisión 84 modula los datos por espectro disperso, según una función de dispersión predeterminada asignada por el procesador de control 78, para su transmisión a la unidad móvil receptora de destino. La salida del modulador de transmisión 84 se suministra al circuito de control de potencia de transmisión 86, donde puede controlarse la potencia de transmisión mediante el control del procesador de control 78. La salida del circuito 86 se dirige al circuito amplificador de potencia de transmisión 88.

El circuito 88 incluye un sumador para sumar la salida del modulador de transmisión 84 con la salida de los demás moduladores de transmisión del emplazamiento de célula. El circuito 88 incluye además un sumador para sumar la salida de la señal piloto del generador de señal piloto 90 con las señales de salida de modulador de transmisión sumadas. El circuito 88 también incluye un convertidor digital a analógico, un circuito de conversión-elevación de frecuencia y un amplificador para convertir respectivamente una señal digital a una señal analógica, y convertir las señales de frecuencia IF emitidas por los moduladores de transmisión a una frecuencia de RF, y amplificar dicha señal de RF. La salida del circuito 88 se suministra a la antena 92, donde es irradiada hacia las unidades móviles situadas dentro del área de servicio del emplazamiento de célula.

El procesador de control del emplazamiento de célula 78 tiene la responsabilidad de asignación de los receptores de datos digitales y moduladores a una llamada determinada. El procesador de control 78 también monitoriza el progreso de la llamada, la calidad de las señales e inicia el proceso de reducción de pérdidas de la señal. El emplazamiento de célula comunica, a través del enlace 82, con el MTSO, donde se acopla mediante un cable telefónico, fibra óptica, o enlace telefónico estándar.

La Figura 4 ilustra un diagrama de bloques del equipo utilizado en el MTSO. El MTSO incluye normalmente un controlador de sistema o procesador de control 100, un conmutador digital 102, un combinador múltiple 104, un

ES 2 113 353 T5

“vocoder” digital 106 y un conmutador digital 108. Aunque no se ilustra, entre los conmutadores digitales 102 y 108 pueden acoplarse combinadores múltiples y “vocoders” digitales adicionales.

5 Cuando el modo de célula múltiple está activado, la llamada es procesada por dos emplazamientos de célula, de manera que dichas señales llegan al MTSO desde más de un emplazamiento de célula transportando nominalmente la misma información. Sin embargo, debido al desvanecimiento e interferencia del enlace entrante desde la unidad móvil hacia los emplazamientos de célula, la señal en un emplazamiento de célula puede ser de mejor calidad que la señal en el otro emplazamiento de célula.

10 El conmutador digital 102 se utiliza para encaminar la corriente de información correspondiente a una unidad móvil determinada desde una o más emplazamientos de célula hacia el combinador múltiple 104 o el correspondiente combinador múltiple determinado por una señal procedente del controlador de proceso 100. Cuando el sistema no se encuentra en el modo de célula múltiple, el combinador múltiple 104 puede quedar en derivación o puede alimentarse con la misma información en cada puerta de entrada.

15 Se suministra en paralelo una pluralidad de “vocoders” y combinadores múltiples acoplados en serie, nominalmente uno por cada llamada a procesar. El combinador múltiple 104 compara los indicadores de calidad de las señales que acompañan a los bits de información procedentes de las dos o más señales de los emplazamientos de célula. El combinador múltiple 104 selecciona cuadro a cuadro los bits de información correspondientes al emplazamiento de célula de máxima calidad, emitiéndolos hacia el “vocoder” 106.

20 El “vocoder” 106 convierte el formato de la señal de voz digitalizada a un formato telefónico PCN estándar de 64 kbps, analógico, o a cualquier otro formato estándar. Las señales resultantes son transmitidas desde el vocoder 106 al conmutador digital 108. La llamada es encaminada hacia la PSTN, siendo controlada por el controlador de proceso 100.

30 Las señales de voz procedentes de la PSTN destinadas a la unidad móvil son proporcionadas por un conmutador digital 108 a un “vocoder” digital apropiado, como el “vocoder” 106, bajo el control del controlador de proceso 100. El “vocoder” 106 codifica las señales de voz digitalizadas de entrada y proporciona la corriente de bits de información resultante al conmutador digital 102. El conmutador digital 102, controlado por el controlador de proceso 100, dirige los datos codificados al emplazamiento de célula o emplazamientos de célula con los que se está comunicando la unidad móvil. Si la unidad móvil se encuentra comunicando en un modo de transferencia con múltiples emplazamientos de célula o en modo de célula múltiple, el conmutador 102 encamina la llamada a los emplazamientos de célula apropiados para su transmisión por el transmisor de emplazamiento de célula apropiado hacia la unidad móvil receptora de destino. Sin embargo, si la unidad móvil comunica con un solo emplazamiento de célula o no se encuentra en modo de célula múltiple, la señal se dirige sólo a un solo emplazamiento de célula.

40 El procesador de control del sistema 100 controla los conmutadores 102 y 106 para encaminar los datos hacia y desde el MTSO. El procesador de control del sistema 100 también determina la asignación de llamadas hacia los emplazamientos de célula y los “vocoders” del MTSO. Además, el procesador de control del sistema 100 comunica con cada procesador de control de emplazamiento de célula acerca de la asignación de llamadas determinadas entre el MTSO y el emplazamiento de célula, y la asignación de los códigos PN a las llamadas. Además debe entenderse que, como ilustra la Figura 4, aunque los conmutadores digitales 102 y 106 se ilustran en forma de dos conmutadores independientes, esta función puede ser realizada por una sola unidad de conmutación física.

45 Cuando se utiliza el modo de célula múltiple, la unidad móvil utilizará el receptor explorador para localizar y capturar la señal multitrayecto de intensidad máxima procedente de cada una de los emplazamientos de célula. Los receptores de datos digitales serán controlados por el receptor explorador y el procesador de control para demodular las señales de intensidad máxima. Cuando el número de receptores es inferior al número de emplazamientos de célula que transmiten información en paralelo, es posible una conmutación múltiple. Por ejemplo, con sólo un receptor de datos y con dos emplazamientos de célula transmitiendo, el explorador monitorizará las señales piloto de ambos emplazamientos de célula y elegirá la señal más intensa que llega al receptor para su demodulación. En esta forma de realización la elección puede realizarse a la misma frecuencia que los cuadros del “vocoder”, o aproximadamente cada 15 ms.

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Subsistema receptor de espectro disperso de secuencia directa, que comprende:

5 un procesador de control (46);

unos medios exploradores (44, 64), para recibir señales multitrayecto correspondientes a propagaciones multitrayecto, en el que cada propagación multitrayecto contiene una señal de información de espectro disperso de secuencia directa conjuntamente con una señal piloto, siendo las señales piloto de diferentes emplazamientos de célula del mismo código de dispersión pero con un desplazamiento de fase de código predeterminado diferente, y las señales multitrayecto recibidas del mismo emplazamiento de célula presentan una diferencia de tiempo resultante entre sí, para demodular dichas señales multitrayecto recibidas, para determinar en cada señal multitrayecto recibida una intensidad de señal de la respectiva señal piloto mediante un proceso de correlación para cada fase de código y una relación de tiempo correspondiente entre las señales piloto en dichas señales multitrayecto recibidas, y para proporcionar a dicho procesador de control (46) una señal exploradora que indica las señales piloto de máxima intensidad de señal y la correspondiente relación de tiempo; y

unos medios receptores (40, 42) para recibir y demodular dichas respectivas señales multitrayecto de máxima intensidad de señal, siendo sensibles dichos medios receptores (40, 42) para controlar señales proporcionadas por dicho procesador de control (46) para demodular dichas respectivas señales multitrayecto correspondientes a unas de dichas señales piloto de máxima intensidad de señal para proporcionar una señal de información, y siendo utilizada la señal piloto de máxima intensidad de señal como una referencia de fase de la portadora para la detección sincrónica de la respectiva señal multitrayecto; y

25 en el que dicho procesador de control (46) sirve para controlar dichos medios exploradores (44) y dichos medios receptores (40, 42) y para distinguir entre sí, en función de sus diferentes desplazamientos de fase de código predeterminados, las señales piloto de los diferentes emplazamientos de célula.

30 2. Subsistema según la reivindicación 1, en el que dichos medios receptores (40, 42, 66, 68) incluyen unos medios combinadores (48) para combinar coherentemente dichas señales demoduladas de dichas señales multitrayecto con el fin de suministrar dicha señal de información.

35 3. Subsistema según la reivindicación 2, en el que dicha señal de información tiene un formato codificado de corrección de errores y dichos medios receptores incluyen además unos medios decodificadores (48) para decodificar con corrección de errores dicha señal de información.

40

45

50

55

60

65

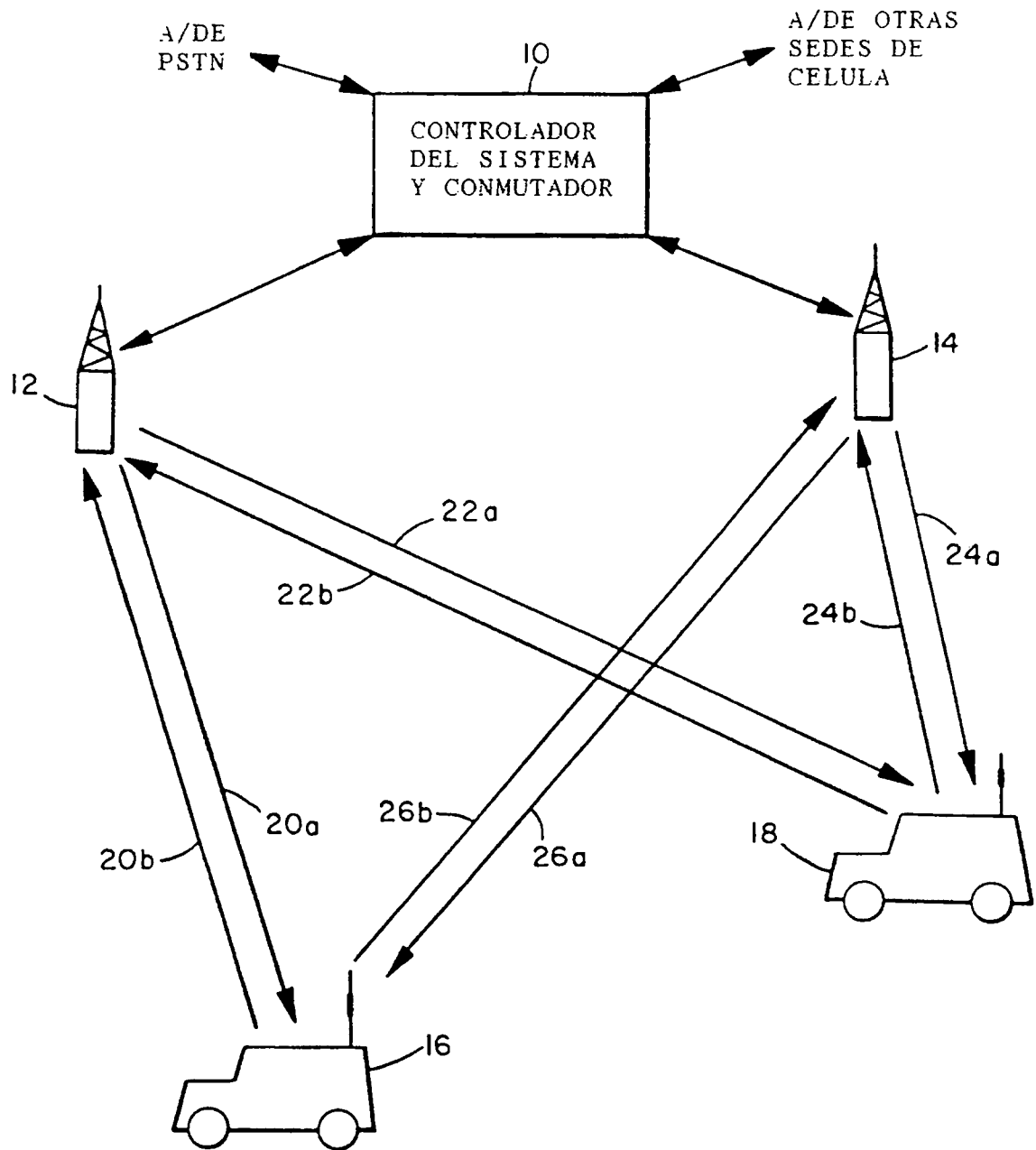


FIG. 1

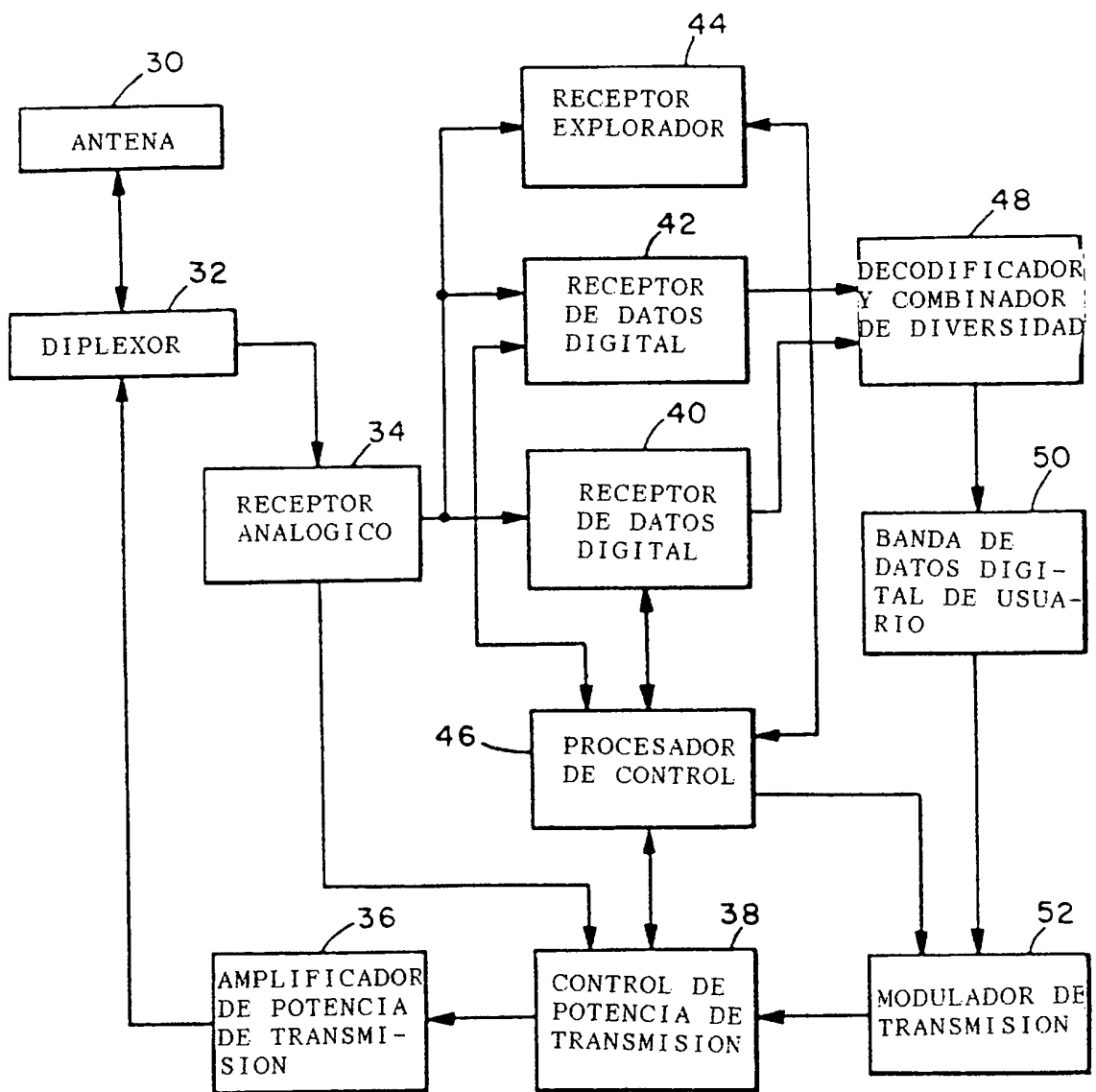


FIG. 2

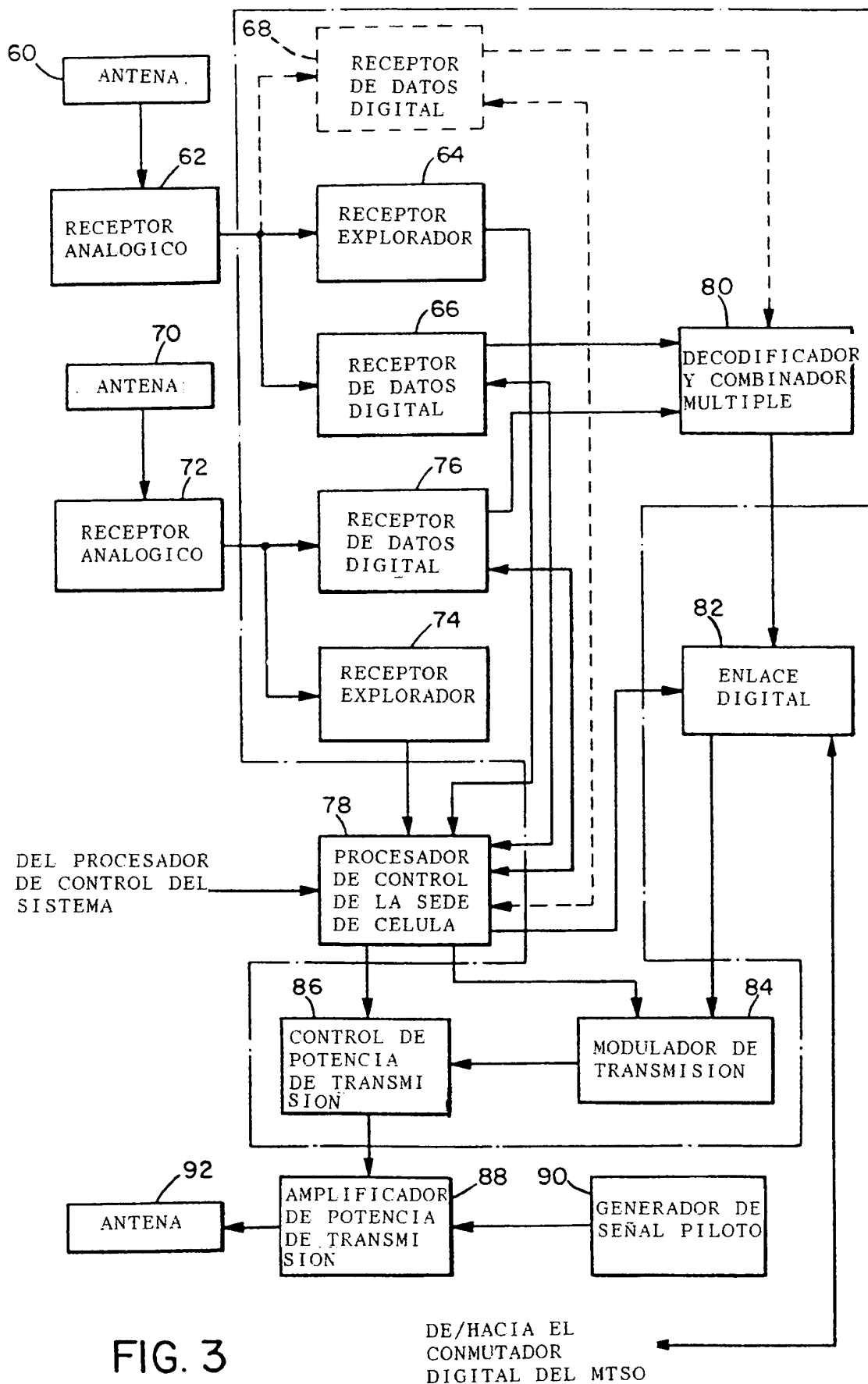


FIG. 3

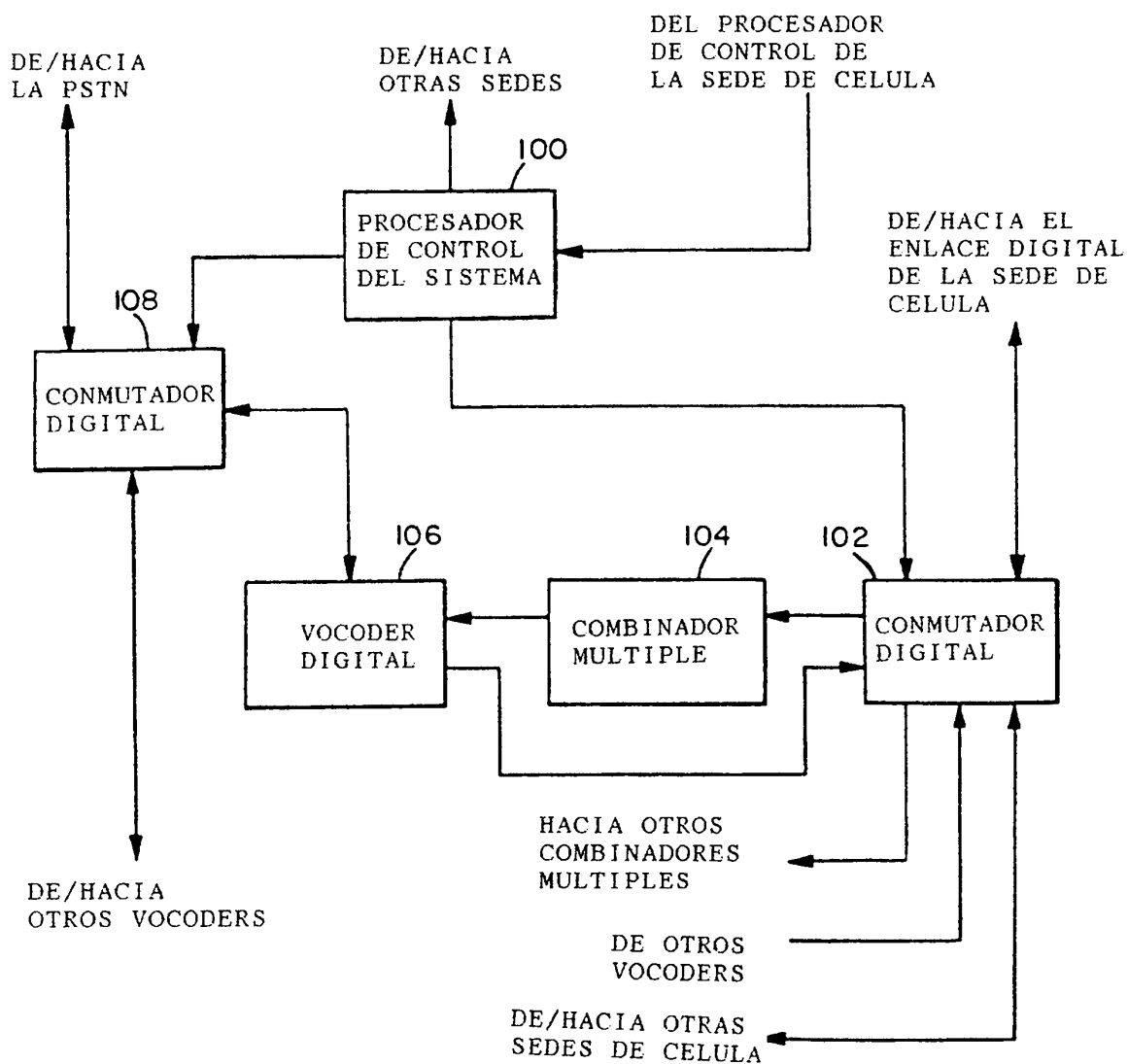


FIG. 4