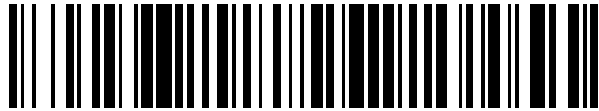


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 408 168**

51 Int. Cl.:

H04B 7/185 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.05.2001 E 01939451 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2013 EP 1208659**

54 Título: **Método de asignación de recursos en un sistema de diversidad de satélites.**

30 Prioridad:

06.06.2000 US 587960

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

18.06.2013

73 Titular/es:

**THE DIRECTV GROUP, INC (100.0%)
2230 E. Imperial Highway
El Segundo, CA 90245, US**

72 Inventor/es:

**YUNG, KAR, W.;
HAGEN, FRANK, A. y
CHANG, DONALD, C., D.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 408 168 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

Método de asignación de recursos en un sistema de diversidad de satélites.

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

La presente solicitud es una continuación en parte de la solicitud de cesionario de EE.UU. en tramitación con la presente N° de serie 09/271.997 titulada "Método y aparato de comunicación móvil de satélites múltiples para terminales portátiles" presentada el 18 de marzo de 1999.

10 Campo técnico

La presente invención se refiere en términos generales a un sistema de comunicación inalámbrica. Más específicamente, la presente invención se refiere a una técnica de asignación de recursos para un sistema de comunicación inalámbrica de plataformas múltiples que ofrece un mejor aprovechamiento de los recursos totales de sistema para alcanzar una máxima utilidad de sistema.

15 Antecedentes de la técnica

Los sistemas actuales de comunicaciones móviles por satélite, como ser Iridium, Globalstar e ICO, emplean terminales de usuario de bajo coste como una de sus características de sistema distintivas. Para mantener la conexión de comunicación con estos sistemas móviles actuales, los satélites del sistema ofrecen servicios de haces múltiples y de alta ganancia a los suscriptores. Los terminales portátiles de bajo coste y de baja ganancia utilizados por los usuarios de estos sistemas transmiten y reciben señales desde y hacia satélites de alto rendimiento que pueblan casi todo el hemisferio. Algunos de estos sistemas actuales requieren acceso a como mínimo dos satélites para asegurar un proceso de traspaso suave a medida que los satélites avanzan de horizonte a horizonte. Como resultado, cuantos más satélites entren dentro de un campo visual de usuario (FOV por su sigla en inglés), más fiable y disponible se volverá el sistema satelital. Por lo tanto, las constelaciones de satélites ofrecidas por estos sistemas actuales están dimensionadas para garantizar, en todo momento, un número mínimo de satélites dentro de un campo visual de un usuario en grandes zonas de cobertura.

30 No obstante, todos estos sistemas actuales de comunicaciones móviles por satélite presentan ciertas desventajas. En primer lugar, todos tienen recursos de frecuencia limitados (en la presente, el término "frecuencia" se refiere de manera generalizada a frecuencia, franja horaria o código CDMA). Cualquier frecuencia dada en una posición terrestre determinada solo puede ser utilizada por un usuario a la vez. Por lo tanto, si un usuario accede a un satélite utilizando una franja de frecuencia particular para comunicarse con su homólogo en red, otros satélites y/o usuarios en la misma región no pueden reutilizar el mismo recurso de frecuencia en la misma zona local. En particular, si un usuario secundario cercano tiene un auricular que requiere los mismos recursos de frecuencia que están siendo utilizados por el primer usuario, el segundo usuario no puede acceder al sistema, aun cuando lo intente a través de satélites diferentes. Esto es cierto independientemente de la sofisticación del sistema, incluyendo sistemas que utilizan diseños de satélite de haces múltiples. Aun cuando haya múltiples satélites disponibles en una ubicación geográfica determinada, el mismo espectro de frecuencia no puede ser utilizado por más de un usuario en un área local. La disponibilidad de satélites múltiples simplemente sirve para incrementar la disponibilidad del sistema para el usuario. No obstante, la capacidad total de estos sistemas satelitales de comunicación móvil todavía se encuentra limitada por su uso ineficaz de los recursos de frecuencia disponibles. Por lo tanto, el crecimiento potencial de estos sistemas de comunicación satelital actuales es inherentemente limitado.

45 Además, los sistemas de telecomunicaciones actuales, como regla general, permiten únicamente comunicaciones de móvil a centro de comunicaciones y de centro de comunicaciones a móvil en la mayor parte de las constelaciones satelitales de órbita terrestre baja y media. Las conexiones de móvil a móvil requieren múltiples saltos entre centros de comunicaciones. Esto significa que dos o más recursos de frecuencia deben estar comprometidos por el sistema para cerrar las conexiones.

50 Claramente es deseable ofrecer un sistema satelital de comunicación móvil que alivie los problemas arriba mencionados y que utilice de manera más eficaz los recursos actuales de sistemas de comunicación móvil por satélite, ofreciendo, a la vez, muchas más oportunidades para que el sistema crezca.

55 El documento US 5.867.109 titulado "Sistema de gestión de recursos de diversidad para repetidores satelitales" describe un sistema de comunicaciones satelitales que posee un controlador para mejorar y optimizar la entrega de diversidad de trayectos en un sistema de comunicación basado en repetidores satelitales; de este modo se conservan tanto los canales FDM como el aprovechamiento de la energía del satélite. La recepción de comunicaciones mejora cuando uno o más transmisores repetidores satelitales en órbita se bloquea o se desvanece severamente, reconociendo la necesidad de diversidad de trayectos satelitales en tiempo real o casi real. De este modo, un terminal de usuario es capaz de recibir suficiente intensidad de señal para evitar que una llamada en curso se interrumpa automáticamente. El sistema optimiza la diversidad de trayectos satelitales aplicada a (a) clases (tipos) de terminales de usuario y/o (b) a terminales de usuario individuales en función de la ubicación y también del entorno de propagación de RF local del terminal de usuario. Además, se consideran los recursos satelitales que están disponibles en determinado punto en el tiempo, y que pueden restringir o limitar la disponibilidad de la diversidad de trayectos satelitales, con lo que se incrementa la capacidad general del sistema.

Compendio de la Invención

Un objeto de la presente invención consiste en ofrecer un sistema de comunicación inalámbrica con limitaciones reducidas en la reutilización de frecuencia para comunicaciones punto a punto.

5 Otro objeto de la presente invención es ofrecer un sistema de comunicación inalámbrica que utiliza transpondedores individuales y terminales móviles que son relativamente simples y de baja complejidad.

10 Otro objeto adicional de la presente invención consiste en ofrecer un sistema de comunicaciones inalámbricas con alta fiabilidad de sistema a través de degradación gradual.

Otro objeto de la presente invención consiste en ofrecer un sistema de comunicación inalámbrica de transpondedores múltiples que permite una combinación flexible de tipos de usuario.

15 Un objeto relacionado de la presente invención consiste en ofrecer un sistema de comunicaciones inalámbricas con transpondedores múltiples con mejor aprovechamiento de la totalidad de recursos de sistema.

Un objeto adicional de la presente invención consiste en ofrecer una técnica de asignación de recursos para un sistema de plataformas múltiples que maximice el rendimiento monetario total.

20 De acuerdo con los objetos antes mencionados y otros de la presente invención, se ofrece un sistema de comunicaciones inalámbricas de plataformas múltiples. El sistema de comunicación inalámbrica incluye una pluralidad de nodos transpondedores de comunicación individuales. Cada uno de la pluralidad de nodos transpondedores individuales está en comunicación con un centro de comunicaciones terrestre de forma tal que una
25 señal procesada por el centro de comunicaciones terrestre en el enlace hacia adelante se irradie con demoras compensatorias hacia uno o más de la pluralidad de transpondedores individuales. Las señales irradiadas son luego re-irradiadas mediante la pluralidad de transpondedores individuales y recibidas y procesadas coherentemente mediante un terminal de usuario móvil. El trayecto de señal de enlace de retorno es el inverso al enlace hacia adelante.

30 De acuerdo con otro objeto de la presente invención, el sistema incluye una pluralidad de nodos transpondedores individuales. El sistema también incluye una pluralidad de celdas de recursos individuales, cada una asociada con una en particular de la pluralidad de nodos transpondedores individuales y una en particular de la pluralidad de códigos disponibles. El sistema también incluye una pluralidad de terminales móviles de distintos tipos, cada uno de
35 los cuales se asigna para funcionar en una o más de la pluralidad de celdas de recursos individuales. A cada uno de la pluralidad de terminales móviles se le asigna un valor de rentabilidad. Un centro de comunicaciones central establece un enlace con uno o más de la pluralidad de terminales móviles y asigna una o más celdas de recursos y también asigna un valor de rentabilidad a cada uno de la pluralidad de terminales móviles.

40 Éstas y otras características de la presente invención se harán aparentes a partir de la siguiente descripción de la invención, cuando se visualiza de acuerdo con los dibujos que la acompañan y las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

45 La Figura 1 es una ilustración esquemática de la geometría de enlace hacia adelante de un sistema de comunicaciones móviles por satélite de acuerdo con la presente invención;

La Figura 2 es un diagrama de bloque esquemático que ilustra la función de transmisión de señal de un centro de telecomunicaciones terrestre para un sistema de comunicaciones inalámbricas de acuerdo con una realización preferida de la presente invención;

50 La Figura 3 es una ilustración esquemática de la geometría de enlace de retorno de un sistema de comunicaciones inalámbricas de acuerdo con una realización preferida de la presente invención;

La Figura 4 es un diagrama de bloque esquemático que ilustra la función de recepción de señal de un centro de telecomunicaciones terrestre para un sistema de comunicaciones inalámbricas de acuerdo con una realización preferida de la presente invención;

55 La Figura 5 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra la arquitectura general para un sistema de comunicaciones inalámbricas de acuerdo con una realización preferida de la presente invención;

La Figura 6 es una ilustración esquemática de un sistema de comunicaciones inalámbricas de transpondedores múltiples que ilustra señales recibiendo coherentemente por su usuario remoto previsto;

60 La Figura 7 es una ilustración esquemática del sistema de comunicaciones inalámbricas de transpondedores múltiples de la Figura 6 que ilustra las mismas señales recibiendo incoherentemente por un usuario remoto no previsto;

La Figura 8 es una ilustración esquemática de un enfoque convencional de un sistema CDMA asíncrono que puede utilizarse de acuerdo con la presente invención;

La Figura 9 ilustra una realización preferida de la presente invención aplicada al sistema CDMA asíncrono de la Figura 8;

65 La Figura 10 es un diagrama esquemático que ilustra la recepción de señales filtradas por un filtro adaptado que llegan de múltiples nodos transpondedores de acuerdo con el sistema CDMA preferido de la Figura 9; y

La Figura 11 es un diagrama esquemático que ilustra una distribución a modo de ejemplo de usuarios en espacio de plataforma-código para un sistema de plataforma múltiple de acuerdo con una realización preferida de la presente invención.

5 Mejor(es) forma(s) de llevar a cabo la Invención

Ahora haciendo referencia a las figuras, el sistema de comunicación móvil descrito puede utilizarse para superar la limitación de espectro de frecuencia descrita más arriba y ofrecer medios mucho más eficaces para reutilizar el satélite móvil asignado y los tiempos múltiples de espectro inalámbrico. Eliminando esta limitación de espectro de frecuencia en el funcionamiento de satélites múltiples, la capacidad general de sistemas de comunicación móvil inalámbrica y por satélite existentes puede incrementarse más fácilmente.

10

Ahora haciendo referencia a la Figura 1, se ilustra un sistema de comunicación móvil satelital de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. En la Figura 1, el sistema de comunicaciones móviles por satélite se ilustra en modo enlace hacia adelante. El sistema de comunicaciones móviles por satélite 10 incluye un centro de telecomunicaciones terrestre 12, una constelación de satélites 14 que incluye una pluralidad de satélites individuales 16 y una pluralidad de terminales de usuario portátiles 18 como ser teléfonos móviles. Tal y como se describe con mayor detalle más abajo, los terminales de usuario 18 pueden recibir señales 20 simultáneamente desde múltiples satélites 16 mediante sus antenas de haz ancho 22. El centro de telecomunicaciones en tierra 12 está en comunicación con todos los satélites 16 en la constelación de satélites 14 individual y simultáneamente. El centro de comunicaciones 12 también pre-procesa señales de usuario para compensar los diferenciales de trayecto antes de enviar las señales irradiadas 24 a los satélites 16, tal y como se describe con mayor detalle más abajo.

15

20

25

De acuerdo con la realización preferida, el diseño de los satélites individuales 16 puede simplificarse significativamente respecto de los que se utilizaban en sistemas móviles anteriores puesto que la constelación de satélites 14 funciona como una matriz de radiación dispersa. Se conoce que cuantos más sean los satélites 16 incluidos en una constelación de satélites 14, mejor será el rendimiento que alcanzará el sistema de comunicaciones móviles por satélite. Se prefieren los satélites que son simples, pequeños y que ofrecen alto rendimiento. Esto se debe a que el rendimiento del sistema 10 depende en mayor medida de la constelación de satélites 14 que de los satélites individuales 16.

30

En un modo de transmisión, representado en la Figura 1, los satélites individuales 16 irradian potencia de RF modulada a un campo visual ("FOV") seleccionado. El sistema 10 incluso puede funcionar con capacidad reducida y sin reconfigurarse aun cuando, por algún motivo, se pierda un satélite individual 16. Como resultado, el sistema 10 presenta características de degradación gradual y ofrece fiabilidad y disponibilidad muy elevadas. La mayor parte de la complejidad del sistema 10 se encuentra en los centros de comunicaciones terrestres 12, que localizan y hacen seguimiento de los usuarios potenciales y llevan a cabo las principales funciones de formación de haz y de filtrado, tal y como se describe más abajo.

35

40

Tal y como se muestra en la Figura 2, se representa mediante un diagrama el procesamiento llevado a cabo en el centro de telecomunicaciones terrestre 12. El centro 12 lleva un seguimiento, actualiza y predice la información diferencial de variante de tiempo entre diversos trayectos entre el centro 12 y los terminales de usuario previstos 18. La precisión de esta información debe estar dentro de un décimo de una longitud de onda de RF. Para sistemas satelitales UHF, la precisión diferencial de trayecto requerida es, preferiblemente, de alrededor de diez (10) centímetros. Para constelaciones de satélites móviles de banda L y S, la precisión debe estar en el orden de un (1) centímetro. Desafortunadamente, las técnicas convencionales o de GPS no son capaces de ofrecer la precisión requerida.

45

50

De acuerdo con la presente invención, la precisión requerida de los diferenciales de trayecto equivalentes, incluyendo toda distorsión de propagación, puede ofrecerse utilizando técnicas de R2N (navegación de alcance bidireccional) y calibración activa bidireccional. Una técnica de R2N es solo una técnica para obtener la información de posicionamiento mediante la cual localizar el posicionamiento de los satélites y usuarios con precisión utilizando sitios de calibración múltiples y se encuentra descrita en la solicitud de patente estadounidense en tramitación con la presente N° de serie 09/209.062, titulada "Método y sistema para determinar una posición de un transceptor que incorpora navegación de alcance bidireccional como referencia de calibración para GPS" y presentada el 10 de diciembre de 1998. También se pueden utilizar otras técnicas conocidas.

55

60

El centro de telecomunicaciones terrestre 12 tiene un centro de procesamiento 26 que procesa cada señal y se representa en modo transmisión en la Figura 2. El centro 12 tiene la capacidad de dirigirse a la pluralidad de satélites 16 individualmente a través del uso de discriminación espacial de antena para ofrecer señales separadas a diferentes satélites. Como alternativa, la identificación de código también puede utilizarse para dirigirse a distintos satélites independientemente.

65

Tal y como se muestra en la Figura 2, asumiendo que existen "H" usuarios, las señales del usuario 1 al usuario H, identificadas generalmente con el número de referencia 28, se introducen en el centro de procesamiento 26. Las posiciones de los diversos usuarios (1 a H) se determinan, como regla general, mediante los circuitos de las diversas señales de usuario 28, designadas con el número de referencia 30. Las diversas señales de usuario 28 para el

usuario 1 al usuario H son luego combinadas para transmitirse a los distintos satélites 16, indicados generalmente con el número de referencia 32. En este caso, la señal se envía a N satélites. Las señales combinadas luego se amplifican, se filtran, se eleva su frecuencia y posteriormente se amplifican aun más, tal y como se indica, en general, mediante el número de referencia 36. Estas señales son posteriormente entregadas a una antena de haces múltiples 38 en la cual se lleva a cabo el proceso de formación de haces de forma tal que las señales puedan ser transmitidas a los N satélites mediante señales radiantes 24. El proceso de formación de haces puede llevarse a cabo en banda base o banda de frecuencia FI baja mediante medios ya sean digitales o analógicos. Para un ancho de banda baja (señales de pocos MHz), la implementación digital puede ofrecer ventajas desde el punto de vista económico. La señal procesada 24, irradiada desde el centro de comunicaciones terrestre 12 a cada satélite se amplifica, se filtra y luego se re-irradia mediante cada uno de los múltiples satélites 16 para llegar simultáneamente a una ubicación de usuario designado. Como consecuencia, las señales irradiadas desde los satélites múltiples serán recibidas de forma coherente por una antena de haz ancho 22 de un terminal portátil simple.

De manera equivalente, el efecto del procesamiento espacial llevado a cabo por el centro de procesamiento 26 es concentrar la intensidad de señal en el usuario desde los satélites múltiples 16, los cuales actúan como porciones dispersamente separadas de un reflector activo de gran tamaño. En consecuencia, el procesamiento en tierra introducirá distintas demoras en las señales 24 que son irradiadas a través de diversos trayectos. Las demoras se introducirán en las señales 24 como si los satélites estuviesen ubicados sobre una superficie elipsoidal, de la cual los dos focos están ubicados exactamente en las posiciones del centro 12 y del usuario designado 18 respectivamente. En las constelaciones de órbita terrestre baja y media, los usuarios 18 y el centro 12 siempre estarán en las inmediaciones de la matriz dispersa.

En modo recepción, representado en la Figura 3, los satélites individuales 16 recogen señales de RF del mismo campo visual. La Figura 3 ilustra la geometría de enlace de retorno para recibir señales enviadas de los terminales de usuario 18 al centro de telecomunicaciones terrestre 12. Tal y como se muestra en la Figura 3, existen dos grupos de enlaces (señales) involucradas: los enlaces entre los usuarios 18 y los satélites 16, generalmente indicados con el número de referencia 40, y aquellos entre los satélites 16 y el centro 12, indicados generalmente con el número de referencia 42. Para un rendimiento óptimo, preferiblemente las antenas de usuario 22 son capaces de iluminar todos los satélites 16 involucrados. Esto conducirá a una limitación en la variación de la ganancia de la antena de usuario 22 respecto del grupo.

Al igual que la geometría de enlace hacia adelante, los satélites 16 amplificarán las señales 40 recibidas de los usuarios 18 y re-irradiarán las señales 42 hacia el centro 12. El centro 12 puede recibir las señales 42 de forma independiente pero simultánea desde los satélites 16, y añadirá de forma coherente las señales 42 de distintos satélites en el post-procesador 44 tal y como se ilustra en la Figura 4.

Los flujos de señales del diagrama de bloque representado en la Figura 4 ilustran la función de recepción del post-procesador 40 y el centro 12. Los flujos de señales son inversos a los que se muestran en la Figura 2. Por lo tanto, el proceso de recepción no se repetirá en detalle. No obstante, los enlaces 42 desde los satélites 16 al centro 12 se reciben en el formador de haces 38 y luego se transfieren al receptor y convertidores reductores 46 antes de que las señales se separen. Las señales se separan dependiendo del usuario del cual se reciben, como generalmente se indica con el número de referencia 48, y luego se envían al usuario específico 1 a través de H, como se indica generalmente con el número de referencia 50. Debería entenderse que tanto la función de recepción como de transmisión son una parte necesaria de la calibración trayecto-enlace y del posicionamiento de usuario.

Ha sido demostrado que la técnica de la presente invención reduce significativamente los niveles medios de lóbulo lateral. Se ha determinado que esto se debe a tres factores. En primer lugar, la arquitectura propuesta no es una matriz periódica sino más bien una matriz dispersa espaciada al azar, que no tiene lóbulos reticulados. Si bien el nivel medio de lóbulo lateral en una frecuencia única es relativamente alto, el nivel decrece si se incrementa el ancho de banda. En segundo lugar, la gran matriz rellena de manera dispersa que conforman los satélites en movimiento tiene una gran apertura extendida. Por lo tanto, todos los usuarios en tierra están en el campo cercano de la apertura extendida y los frentes de onda recibidos por todos los usuarios son esféricos en lugar de planos. En consecuencia, los efectos de dispersión se vuelven mucho más pronunciados que en el campo lejano. La dispersión crece muy rápidamente a medida que una sonda de exploración sale del haz principal y la dispersión extiende la distribución de potencia muy eficazmente en un ancho de banda de señal finita. En tercer lugar, el sistema de comunicación está preferiblemente diseñado con un gran espectro de ancho de banda de frecuencia. La señal de información se dispersará entonces en este ancho de banda mediante CDMA o a través de formas de onda de corta duración para esquemas TDMA.

La Figura 5 ilustra mediante un diagrama el funcionamiento de la invención, que permite una mayor reutilización del muy escaso espectro de frecuencia por múltiples satélites. Las ventajas ofrecidas por este sistema no incluyen limitaciones en cuanto a reutilización de frecuencia de satélites adicionales para comunicaciones punto a punto. Más bien, la capacidad de este sistema está limitada únicamente por la potencia total de RF de satélite. Además, la realización preferida permite el uso de diseños de satélite simples y de bajo coste, puesto que cuantos más satélites se incluyan en la constelación, mejor será el rendimiento del sistema en su conjunto. El sistema también ofrece una

alta fiabilidad de sistema mediante degradación gradual, así como mediante la concentración de procesamiento complejo en los centros de comunicaciones.

La realización preferida crea demanda de una gran cantidad de satélites de bajo coste y también utiliza técnicas de R2N para llevar a cabo el posicionamiento de usuario y satélite. Cuantos más usuarios utilicen este sistema, con mayor precisión se podrán determinar las posiciones de usuario y satélite. No obstante, incluso más importante que las posiciones reales de usuarios y satélites son las longitudes de los trayectos atravesados por las señales. Por lo tanto, las técnicas de calibración periódica aplicadas directamente a dichas longitudes de trayectos pueden ser mucho más simples y más redituables. Además el sistema también se beneficia de anchos de banda de gran porcentaje disponibles con sistemas CDMA y TDMA.

Tal y como se muestra en la Figura 5, la presente invención se divide en tres segmentos: un segmento de centro de comunicaciones 52 que contiene el centro de telecomunicaciones terrestre 12, un segmento de espacio 54 que contiene una pluralidad de satélites individuales 16, y un segmento de usuario 56 que tiene una pluralidad de terminales de usuario 18. El segmento de centro de comunicaciones también tiene un centro de procesamiento 26 y un post-procesador 44 para procesar las señales recibidas y transmitidas.

Los terminales de usuario 18 reciben y transmiten señales simultáneamente desde/hacia los satélites múltiples 16 mediante sus antenas de haz ancho. Los terminales de usuario 18 no requieren de ninguna capacidad para dirigirse de forma separada a los satélites individuales 16 del segmento de espacio 54. El centro de comunicaciones 12 mantiene enlaces con cada uno de los satélites 16 en el segmento de espacio 54 individual y simultáneamente. El centro de comunicaciones 12 pre-procesa las señales destinadas a cada usuario remoto en transmisión y post-procesa las señales suministradas a cada usuario local en recepción para compensar los diferenciales de trayecto. Estas correcciones son computadas por separado y aplicadas a las señales transmitidas a o recibidas de cada satélite 16 del segmento de espacio 54 para cada usuario.

La Figura 6 ilustra un sistema de comunicaciones de plataformas múltiples 100 con una eficiencia de reutilización de frecuencia mejorada de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. En particular, el sistema ilustrado en la Figura 6 utiliza codificación CDMA para subdividir el recurso de frecuencia entre los diversos usuarios. El sistema 100 permite que una pluralidad de transpondedores 102, 104 reciban las señales 106, 108 desde el centro de comunicaciones terrestre 110 y transmitan las señales 112, 114 en la misma frecuencia con interferencia reducida al usuario previsto 116 desde señales previstas para otros usuarios. Esto se consigue sincronizando las señales transmitidas en el centro de comunicaciones de tal forma que el usuario previsto 116 reciba todas las señales 112, 114 de forma síncrona y completamente en fase.

En base a las distancias desde el centro de comunicaciones 110 a los diversos transpondedores 102, 104 y las distancias entre los transpondedores 102, 104 y el usuario previsto 116, se calculan las demoras compensatorias apropiadas y se inyectan en cada mensaje de enlace hacia adelante en el centro de comunicaciones de forma tal que el usuario previsto reciba coherentemente una señal combinada desde todos los transpondedores tal y como se indica en general en el número 118. El enlace hacia adelante al usuario previsto 116 sigue la secuencia del centro de comunicaciones 110 al primer transpondedor 102 al usuario 116 (centro → trans 1 → usuario 1) y también desde el centro de comunicaciones 110 al segundo transpondedor 104 al usuario 116 (centro → trans 2 → usuario 1). Utilizando la demora correcta en cada enlace hacia adelante, todas las señales previstas 112, 114 llegarán al usuario previsto 116 en fase. A la inversa, las mismas señales previstas para el usuario previsto 116 llegarán fuera de fase a un usuario no previsto 120 y a todos los usuarios no previstos en la zona. Esto se muestra en la Figura 7, que se describe más abajo.

La Figura 7 ilustra la operación del sistema de la Figura 6 respecto del usuario no previsto 120. La distancia entre el centro 116 y el primer transpondedor 102 y la distancia entre el primer transpondedor 102 y el usuario no previsto 120 (centro → trans 1 → usuario 2) y la distancia entre el centro 116 y el segundo transpondedor 104 y la distancia entre el segundo transpondedor 104 y el usuario no previsto 120 (centro → trans 2 → usuario 2) son diferentes en este caso, incluso después de la compensación llevada a cabo por el centro. Debido a la diferencia de distancia, las señales 122, 124 llegarán al usuario no previsto 120 en diferentes tiempos y fuera de fase. La señal combinada 126 aparecerá entonces como ruido y puede ser rechazada como tal por el terminal del usuario no previsto 120.

Debería entenderse que los transpondedores 102, 104 pueden ser parte de cualquier tipo de sistema de comunicaciones inalámbricas o pueden incluso ser seleccionados desde varios de los sistemas mencionados. Por ejemplo, si bien se ilustra un sistema espacial que utiliza satélites, también se pueden utilizar redes celulares en torres regionales y nacionales para comunicaciones fijas y móviles. Además, también se puede utilizar cualquier sistema de plataforma a gran altitud, como ser dirigibles tripulados/no tripulados, globos o aviones. Además, si bien se ilustran solo dos transpondedores, también se puede utilizar un número ilimitado de transpondedores. Por otra parte, si bien se muestran los múltiples transpondedores como parte de un sistema unitario, se puede utilizar cualquier combinación de transpondedores para transmitir señales de acuerdo con la presente invención. Por ejemplo, se puede transmitir una señal a un usuario a través de tanto un sistema espacial como de un sistema de plataforma a gran altitud. Finalmente, se pueden utilizar distintos conjuntos de transpondedores para comunicarse

con distintos usuarios. Dichos diversos conjuntos pueden traslaparse totalmente, parcialmente o no traslaparse en absoluto.

Tal y como se muestra, en sistemas de transpondedor único de CDMA convencionales, se asignan códigos CDMA únicos a cada usuario para evitar interferencias. De forma similar, en sistemas de transpondedores múltiples, cuando dos o más transpondedores prestan servicio en la misma ubicación geográfica, se deben utilizar códigos CDMA únicos para distinguir las diversas señales y para evitar las interferencias. Por ejemplo, tal y como se muestra en la Figura 8, que ilustra un sistema de transpondedores múltiples CDMA convencional, el usuario 116 debe utilizar distintos códigos para las señales 112, 114 recibidas de los dos transpondedores diferentes 102, 104. De este modo, se asignan dos códigos diferentes, "código 1" y "código 3" al mismo usuario 116 en este ejemplo, siendo el "código 1" asignado a la señal 112 y el "código 3" a la señal 114. Si ambos transpondedores 102, 104 fueran a transmitir en "código 1", las dos señales recibidas 112, 114 interferirían entre sí y el terminal del usuario 116 no sería capaz de decodificar las señales correctamente. Se deben asignar dos códigos adicionales a cada usuario adicional, como se observa en el usuario 128, al que se le asignan los códigos 2 y 4.

Los diversos códigos CDMA para usuarios ubicados en el mismo lugar pueden ser síncronos o asíncronos. Un código ortogonal síncrono ofrece una ventaja de aproximadamente 15 dB o más respecto de códigos CDMA asíncronos. Para plataformas múltiples, es difícil sincronizar los códigos CDMA entre usuarios. De este modo, para el sistema de plataformas múltiples descrito, se asume la comunicación CDMA asíncrona.

Si bien los nodos de transpondedores múltiples incrementan la disponibilidad del sistema y el recurso de potencia total, infrautiliza el potencial completo del sistema puesto que solo existe un número finito de códigos disponibles debido al ancho de banda finito disponible para un sistema. De este modo, el ancho de banda total limita el número de usuarios para el cual el sistema presta servicio y el sistema es incapaz de utilizar plenamente la potencia y la capacidad que, según su diseño, puede manejar.

En la realización preferida, el sistema 100 es un sistema CDMA asíncrono que utiliza demoras insertadas según se describe en la solicitud de patente estadounidense en tramitación con la presente N° de serie 09/550.505, presentada el 17 de abril de 2000 y titulada "Sincronización coherente de señales de Acceso Múltiple por División de Código." De acuerdo con el sistema preferido, las señales 112, 114 de cada transpondedor 102, 104 llegarán completamente en fase puesto que las demoras apropiadas se pre-determinan y se aplican a las señales 112, 114 en el centro de comunicaciones central 110, tal y como se muestra en la Figura 9. Debería entenderse que también se pueden utilizar otros métodos de demora.

Tal y como se muestra, el primer usuario 116 recibe las señales 112 de cada uno de los transpondedores 102, 104 utilizando el mismo código ("código 1"). De forma similar, el segundo usuario 128 recibe las señales 114 de cada uno de los transpondedores 102, 104 utilizando el mismo código ("código 2"). El centro de comunicaciones central 110 determina la demora entre los usuarios y el centro para señales transmitidas o recibidas mediante cada transpondedor e inserta las demoras apropiadas para igualar la demora total mediante cada transpondedor. De este modo, todas las señales previstas de los distintos transpondedores llegarán al usuario previsto en fase, mientras que las señales no previstas llegarán fuera de fase.

La Figura 10 ilustra la sumatoria y la adaptación de filtro de señales en un terminal de usuario de acuerdo con la presente invención. La adaptación de filtro de CDMA de la señal total recibida de todos los transpondedores en el terminal produce mayor intensidad de señal cuando existen satélites múltiples. Tal y como se describe más arriba, las señales CDMA que no están previstas para el usuario aparecerán como ruido y pueden ser suprimidas. De este modo, el mismo código CDMA puede reutilizarse bajo ciertas restricciones.

Con referencia a la Figura 10, el número de referencia 130 por regla general indica tres secuencias de información entrantes que están llegando en fase. Cada una de las señales en este ejemplo tiene una longitud de código de seis y las señales se filtran mediante un filtro adaptado para formar una señal que por regla general se representa con el número 132 y la intensidad de la señal fuera del filtro adaptado se determina según la ecuación:

$$S \approx n_c^2 n_1^2$$

El número de referencia 134 por regla general indica tres secuencias entrantes que están llegando fuera de fase. En este ejemplo, cada una de las señales tiene una longitud de código de seis, las señales se filtran mediante un filtro adaptado y aparecen como ruido tal y como se representa por regla general con el número 136. La potencia de ruido o interferencia se expresa de acuerdo con la ecuación:

$$N \approx n_c n_1$$

Se ha determinado que la relación señal/ruido para un usuario típico se rige por la siguiente ecuación:

$$\left(\frac{S}{N_I}\right)_{CT} \approx \frac{n_c n_t}{n_u - 1}$$

Ecuación 1

En la cual S = Potencia de señal;
 N_I = Potencia de ruido de interferencia;
 n_c = Longitud de código CDMA;
 n_t = N° de transpondedores; y
 n_u = N° de usuarios totales.

5

10

Además se ha determinado que siempre que los usuarios estén suficientemente separados, se puede reutilizar el mismo código CDMA sin degradar significativamente la relación señal-ruido. La capacidad de sistema del sistema descrito es, por ende, proporcional a n_c y n_t.

15

De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, se describe una técnica de asignación de recursos novedosa para el sistema de comunicaciones de plataformas múltiples 10. Tal y como se describe más abajo, el sistema 10 consiste en una pluralidad de plataformas o nodos transpondedores, cuyos ejemplos se mencionan más arriba, que trabajan de forma coherente y cooperativa para alcanzar una capacidad de sistema total que es proporcional al número de plataformas (n₁) y al número de opciones de código (n_c), lo cual está relacionado con el ancho total de banda de comunicación.

20

Como se sabe, los recursos clave de cualquier sistema de comunicaciones son la potencia y el ancho de banda. En el caso de un sistema que emplea CDMA, el recurso de ancho de banda está relacionado con el número de códigos disponibles. Como alternativa, para un sistema que emplea TDMA, las franjas horarias desempeñan un papel análogo. Los sistemas convencionales son típicamente o bien limitados en potencia o en ancho de banda, pero rara vez en los dos aspectos. La asignación de recursos está por lo general basada en asignación dinámica de potencia (para un sistema de potencia limitada) o de ancho de banda (para un sistema de ancho de banda limitado). De acuerdo con el sistema descrito, el recurso de ancho de banda será referido en la presente como el recurso de sistema que puede incluir código o tiempo en casos de aplicaciones de acceso múltiple.

25

30

El sistema preferido 10 utiliza una técnica de asignación de recursos con tres dimensiones: ancho de banda, el número de plataformas y la potencia disponible por plataforma. En consecuencia, se describe una técnica que utiliza Programación lineal u otros conceptos de asignación de recursos similares para optimizar de forma dinámica el uso de los recursos del sistema durante el funcionamiento y maximizar la rentabilidad económica total por capital.

35

Los siguientes parámetros son significativos para el sistema de asignación de recursos 10 de la realización preferida:

40

- B Ancho de banda efectiva total incluyendo reutilización
- B_i Ancho de banda utilizado por el usuario *i*
- n₁ Número de plataformas en el sistema.
- n_u Número de usuarios a los que presta servicio el sistema.
- N_u Número de usuarios que requieren que el sistema les preste servicio.
- P_{ij} Potencia ofrecida por la plataforma *j* para el usuario *i*.
- P_j Potencia disponible en la plataforma *j* para todos los usuarios.
- q_i Potencia requerida por el usuario *i* para cerrar el enlace de comunicación.
- x_i Índice de beneficios (ingresos menos coste) cuando se le presta servicio al usuario *i*.
- x Índice total de beneficios del sistema.
- δ_i 1 si al usuario *i* le presta servicio el sistema; de lo contrario, 0.
- δ_{ij} 1 si al usuario *i* le presta servicio la plataforma *j*; de lo contrario, 0.

50

El número total de usuarios a los cuales presta servicio el sistema en cualquier momento arbitrario puede determinarse de la siguiente manera:

55

$$n_u = \sum_{i=1}^{N_u} \delta_i$$

Con un sistema que tiene limitaciones de ancho de banda, los recursos de sistema se asignan típicamente de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\sum_{i=1}^{N_u} \delta_i b_i \leq B$$

A la inversa, con un sistema que tiene limitaciones de potencia, los recursos de sistema se asignan típicamente de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

5
$$\sum_{i=1}^{N_u} \delta_i P_{ij} \leq P_j$$

10
$$\sum_{j=1}^{n_j} P_{ij} = q_i$$

15 Con ambos de estos sistemas los recursos se asignan con la intención de maximizar el número de usuarios a los cuales presta servicio el sistema (n_u).

20 De acuerdo con el método de asignación de recursos preferido, el espacio de plataforma es una dimensión independiente. Por lo tanto, el recurso de potencia de plataforma puede calcularse de la siguiente forma:

25
$$\delta_i = \prod_{j=1}^{n_j} \delta_{ij}$$

30 El indicador de uso δ_{ij} se utiliza para describir este nuevo grado de libertad y está matemáticamente relacionado con el indicador de uso antiguo de la siguiente forma:

35
$$\sum_{i=1}^{N_u} \delta_{ij} P_{ij} \leq P_j$$

$$\sum_{j=1}^{n_j} \delta_{ij} P_{ij} = q_i$$

40 De acuerdo con la realización preferida, la rentabilidad se define en función del tipo de usuario. El valor de beneficio puede depender de factores tales como los ingresos u otras cantidades monetarias. Además, la rentabilidad puede depender de una variedad de otros factores o criterios almacenados en el centro de comunicaciones central y asociados con cada uno de los distintos tipos de usuario. Estos factores o criterios permiten que el sistema distribuya o asigne recursos entre los diversos y distintos tipos de usuarios.

45 Por ejemplo, los usuarios que requieren distintos niveles de servicio pueden tratarse de manera diferente. Si un usuario está pagando una prima por un servicio garantizado, el sistema asignará a dicho usuario una rentabilidad tal que el sistema asignará recursos de forma preferencial a dicho usuario en comparación con otro usuario que solo paga por el servicio de manera condicional. Además, los tipos de usuario pueden también distinguirse dependiendo de las características que elijan, como ser voz o datos.

50 El método descrito preferiblemente optimiza la rentabilidad, a la que también se refiere como valor útil. La rentabilidad / valor útil totales del sistema descrito se calculan de acuerdo con la siguiente ecuación:

55
$$x = \sum_{i=1}^{N_u} \delta_i x_i$$

60 Para el sistema de plataformas múltiples descrito, la rentabilidad / utilidad total del sistema (x) se maximiza preferiblemente de acuerdo con las siguientes limitaciones conjunta y dinámicamente:

$$\sum_{i=1}^{Nu} \delta_{ij} P_{ij} \leq P_j$$

5

$$\delta_i = \prod_{j=1}^{n_i} \delta_{ij}$$

10

15

$$\sum_{i=1}^{Nu} \delta_i b_i \leq B$$

20

25 Se asume que el mismo ancho de banda o espacio de código son utilizados por todas las plataformas para ofrecer servicio a cualquier usuario. En la realización preferida, se utiliza un sistema CDMA, tal y como se describe más arriba. También pueden utilizarse otros sistemas tales como los sistemas FDMA/TDMA. No obstante, la asignación de recursos de ancho de banda puede ser más complicada. La técnica de asignación de recursos descrita ofrece mejor aprovechamiento de recursos, permite una respuesta flexible a los cambios en la demanda del mercado y maximiza los beneficios totales.

30 Para describir el funcionamiento de la técnica de asignación de recursos descrita, se describe y se representa en la Figura 11 un sistema de plataformas múltiples a modo de ejemplo, que consiste en cuatro plataformas (P_1, P_2, P_3, P_4) y cuatro códigos (C_1, C_2, C_3, C_4). Tal y como se muestra en la Figura 11, que sirve únicamente a efectos ilustrativos, el sistema descrito 10 no está limitado ni por el tamaño del espacio de plataforma ni por el tamaño del espacio de código que se indican más arriba. El diagrama incluye una pluralidad de celdas de recursos individuales, estando cada celda de recursos individual asociada con una plataforma particular y con un código particular.

35 El número de celdas de recursos individuales es igual al número de plataformas multiplicado por el número de códigos.

40 Por lo tanto, en la Figura 11, existen dieciséis celdas de recursos individuales estando la primera celda ubicada en el diagrama en la posición de coordenadas identificada como (P_1, C_1) y la última celda ubicada en el diagrama en la posición de coordenadas identificada como (P_4, C_4). La identificación de las otras celdas le resultará conocida y comprensible a aquellos con experiencia en la técnica.

REIVINDICACIONES

1. Un método para asignar recursos de sistema en un sistema de comunicaciones de plataformas múltiples (10; 100), que comprende los siguientes pasos:

5
 ofrecer una pluralidad de nodos transpondedores individuales (16; 102, 104); ofrecer una pluralidad de usuarios móviles que operan terminales móviles (18; 116, 128);
 establecer un enlace (20, 24; 40, 42) entre cada uno de los usuarios móviles de dicha pluralidad (18; 116, 128) y un centro de comunicaciones terrestre (12; 110) a través de uno o más de los nodos transpondedores de dicha pluralidad (16; 102, 104);
 10 procesar una pluralidad de señales de usuario móvil local (28) en el centro de comunicaciones terrestre (12; 110) para compensar demoras de propagación diferenciales a cualquier usuario móvil remoto de una pluralidad (18; 116, 128);
 15 asignar a cada uno de los usuarios móviles remotos de dicha pluralidad (18; 116, 128) una rentabilidad, que depende de ciertos criterios de usuario predeterminados;
 Asignar a cada uno de los usuarios móviles remotos de dicha pluralidad (18; 116, 128) una o más celdas de recursos en espacio plataforma-código dependiendo de los requerimientos de servicio de cada uno de los usuarios móviles remotos de dicha pluralidad (18; 116, 128);
 20 en el cual cada celda de recursos asignada a un usuario particular (18; 116, 128) le permite transmitir señales (28; 24; 42) hacia o desde el centro (12; 110) a través de uno en particular de dichos nodos transpondedores (16; 102, 104) y utilizar un código particular.

2. El método de la reivindicación 1, **caracterizado por que** cada uno de los nodos transpondedores individuales de dicha pluralidad (16; 102, 104) se selecciona independientemente a partir de uno de los siguientes tipos de sistema: un sistema espacial, un sistema de plataforma a gran altitud, o una red celular en torre.

3. El método de la reivindicación 1, además **caracterizado por que**:

30 asignar a cada uno de los usuarios móviles de dicha pluralidad (18; 116, 128) una o más de dichas celdas de recursos, cada una de las cuales está asociada con un nodo transpondedor en particular de dicha pluralidad (16; 102, 104) y con un código disponible en particular de una pluralidad.

4. El método de la reivindicación 2, **caracterizado por que** dicho sistema de plataforma a gran altitud comprende una pluralidad de dirigibles tripulados/no tripulados.

5. El método de la reivindicación 2, **caracterizado por que** dicho sistema de plataforma a gran altitud comprende una pluralidad de globos a gran altitud.

6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** dicho sistema utiliza una técnica TDMA.

7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** dicho sistema utiliza una técnica FDMA.

8. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** además comprende:

determinar un valor total de beneficio/utilidad para el sistema (10; 100) basado, en parte, en la rentabilidad de dicho usuario asignado.

9. El método de la reivindicación 8, **caracterizado por que** dicho valor total de beneficio/utilidad se maximiza de acuerdo con las siguientes limitaciones:

$$\sum_{i=1}^{N_u} \delta_{ij} P_{ij} \leq P_j$$

$$\delta_i = \pi \delta_j$$

$$\sum_{i=1}^{N_u} \delta_i b_i \leq B$$

10. Un sistema de comunicaciones inalámbricas móviles (10; 100) para una variedad de distintos tipos de usuario móvil; que comprende
 una pluralidad de nodos transpondedores individuales (16; 102, 104);
 5 una pluralidad de celdas de recursos individuales, cada una de las cuales está asociada con un nodo transpondedor individual en particular de dicha pluralidad (16; 102, 104) y un código disponible en particular de una pluralidad.
 una pluralidad de terminales móviles (18; 116, 128), cada uno de los cuales es operado por un usuario móvil y asignado para operar en una o más de las celdas de recursos individuales de dicha pluralidad;
 un valor de beneficio/utilidad asignado a cada uno de los terminales móviles de dicha pluralidad (18; 116, 128); y
 10 un centro de comunicaciones central (12; 110) adaptado para establecer enlaces (20, 24; 40, 42; 106, 108, 112, 114) con uno o más de los terminales móviles de dicha pluralidad (18; 116, 128), para asignar una o más de dichas celdas de recursos a cada uno de los terminales móviles de dicha pluralidad (18; 116, 128), para procesar una pluralidad de señales de usuario local (28) en el centro terrestre para compensar las demoras de propagación diferenciales a cualquiera de los usuarios móviles remotos de una pluralidad (18; 116, 128), y para asignar dicho
 15 valor de beneficio/utilidad a cada uno de los terminales móviles de dicha pluralidad (18; 116, 128).
11. El sistema de la reivindicación 10, **caracterizado por que** dicho centro de comunicaciones central (12; 110) establece enlaces (20, 24; 40, 42; 108, 112, 114) con dichos usuarios móviles (18; 116) a través de uno o más nodos transpondedores de dicha pluralidad (16; 102, 104) en los cuales el nodo transpondedor específico (16; 102, 104) y el código utilizado para completar cada uno de dichos enlaces (20, 24; 40, 42; 106, 108, 112, 114) son
 20 determinados por dichas celdas de recursos asignadas a dicho usuario móvil (18; 116, 128).
12. El sistema de la reivindicación 10 u 11, **caracterizado por que** dicho centro de comunicaciones central (12; 110) pre-procesa señales (24) para transmisión de enlace hacia adelante (24, 20) de forma tal que son irradiadas con demoras compensatorias a un usuario móvil previsto (116) de dicha pluralidad (18; 116, 120; 128), quien recibe de
 25 forma coherente todas dichas señales (20; 112, 114) previstas para él; y
 en el cual dicho centro de comunicaciones central (12; 110) post-procesa las señales recibidas (28; 42) para introducir demoras compensatorias de forma tal que todas dichas señales recibidas de un usuario móvil remoto en particular (18; 116) pueden ser procesadas en conjunto de manera coherente.
 30
13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado por que** cada uno de los nodos transpondedores individuales de dicha pluralidad (16; 102, 104) se selecciona independientemente a partir de uno de los siguientes tipos de sistema: un sistema espacial, un sistema de plataforma a gran altitud, o una red celular en
 35 torre.
14. El sistema de la reivindicación 13, **caracterizado por que** dicho sistema de plataforma a gran altitud comprende una pluralidad de dirigibles tripulados/no tripulados.
15. El sistema de la reivindicación 13, **caracterizado por que** dicho sistema de plataforma a gran altitud comprende una pluralidad de globos a gran altitud.
 40
16. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, **caracterizado por que** la rentabilidad del sistema se maximiza dando prioridad de sistema a los usuarios (18; 116, 128) que tienen una rentabilidad preseleccionada.
17. El sistema de la reivindicación 10, **caracterizado por que** la potencia hacia un terminal móvil en particular de dicha pluralidad (18; 116, 128) se incrementa al incrementar el número de celdas de recursos asignadas a dicho usuario móvil en particular (18; 116, 128) y/o al incrementar el número de dicha pluralidad de plataformas (16; 102, 104) asignadas a dicho usuario móvil en particular (18; 116, 128).
 45
18. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 12 a 17, **caracterizado por que** a al menos uno los terminales móviles de dicha pluralidad se le asignan celdas de recursos en espacio plataforma-código para un enlace de retorno (42, 40) que son diferentes de dichas celdas de recursos en espacio plataforma-código asignadas para dicho enlace hacia adelante (24, 20).
 50

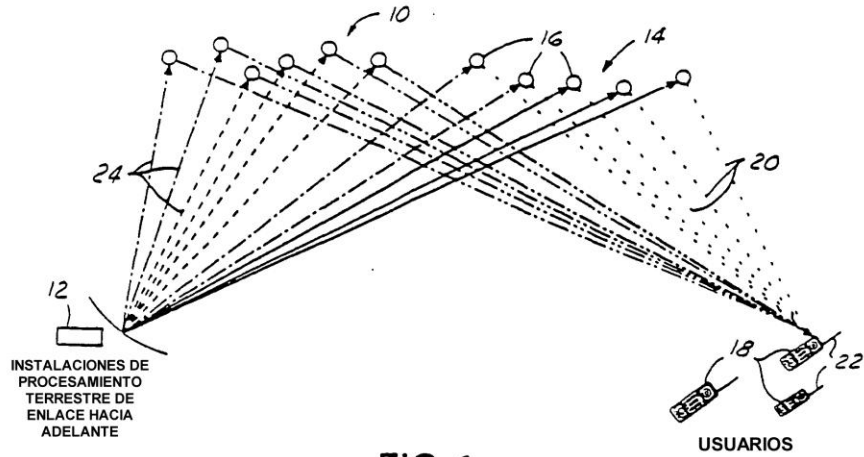


FIG. 1

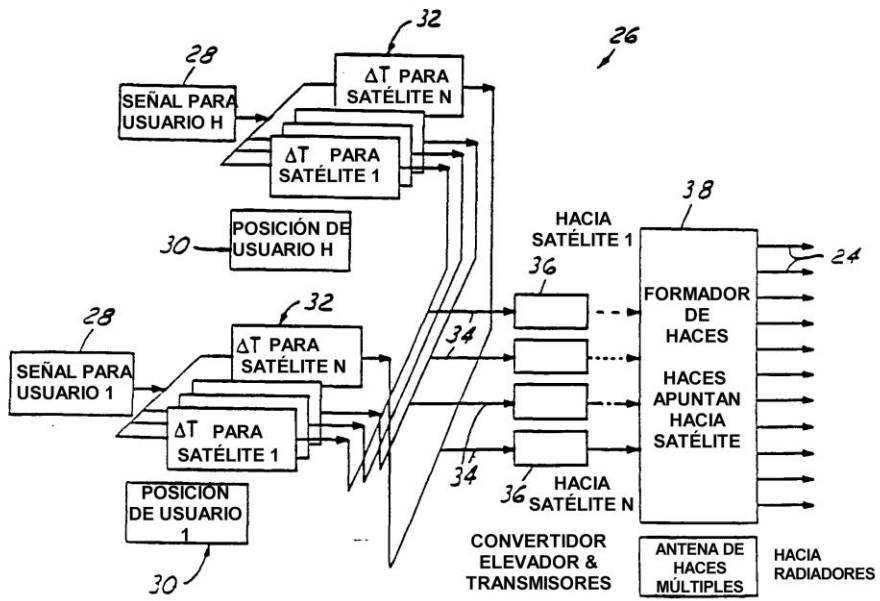


FIG. 2

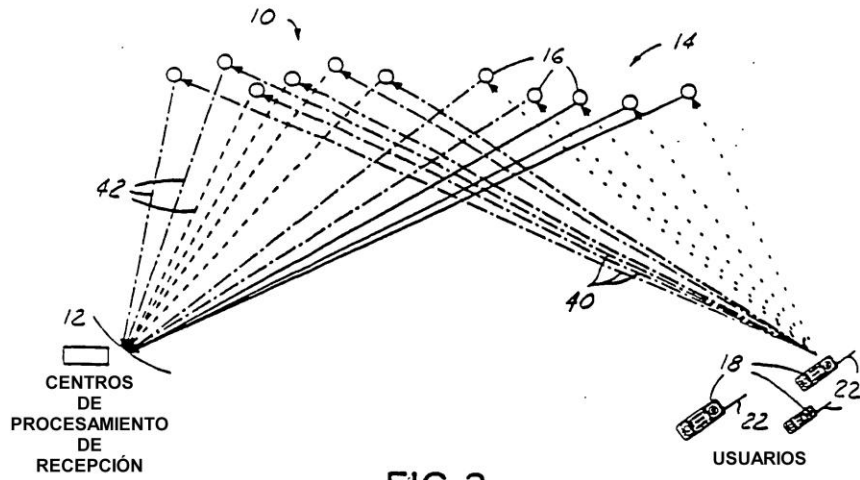


FIG. 3

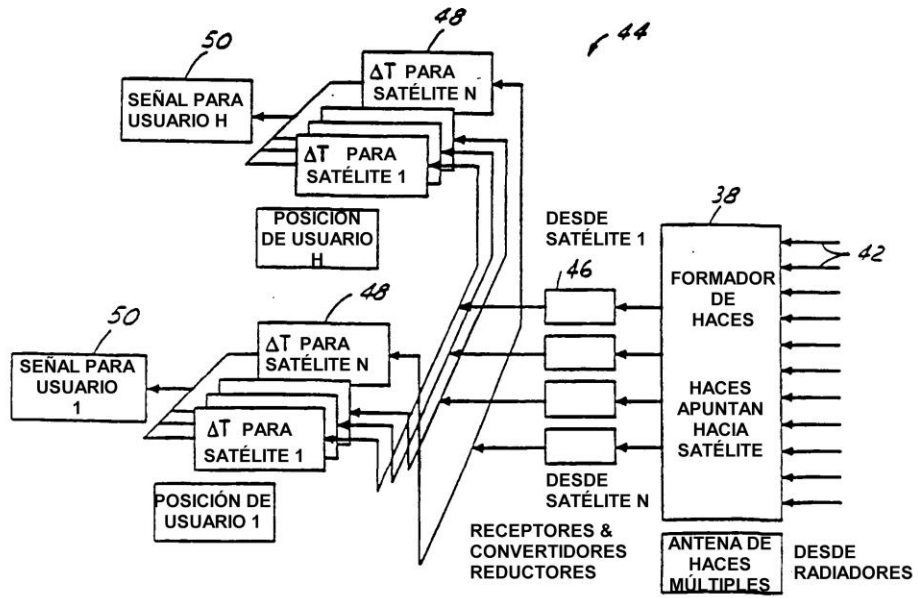


FIG. 4

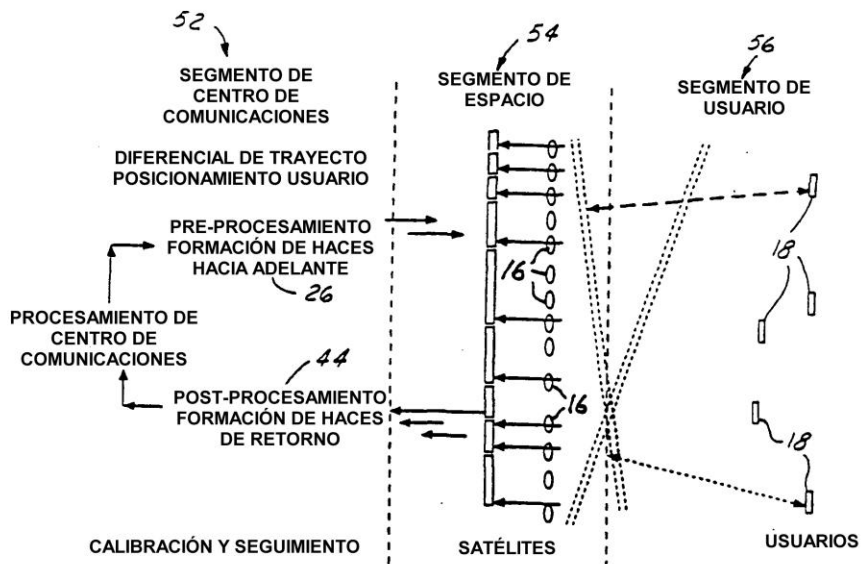


FIG. 5

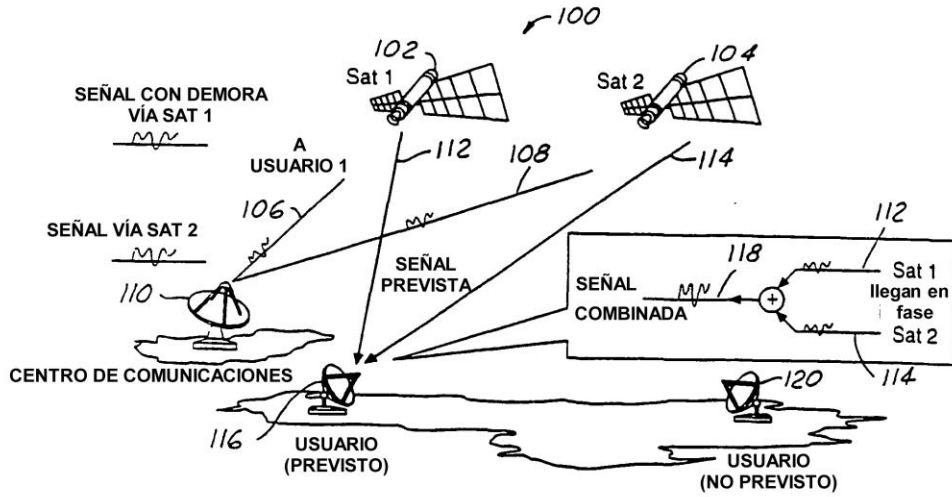


FIG. 6

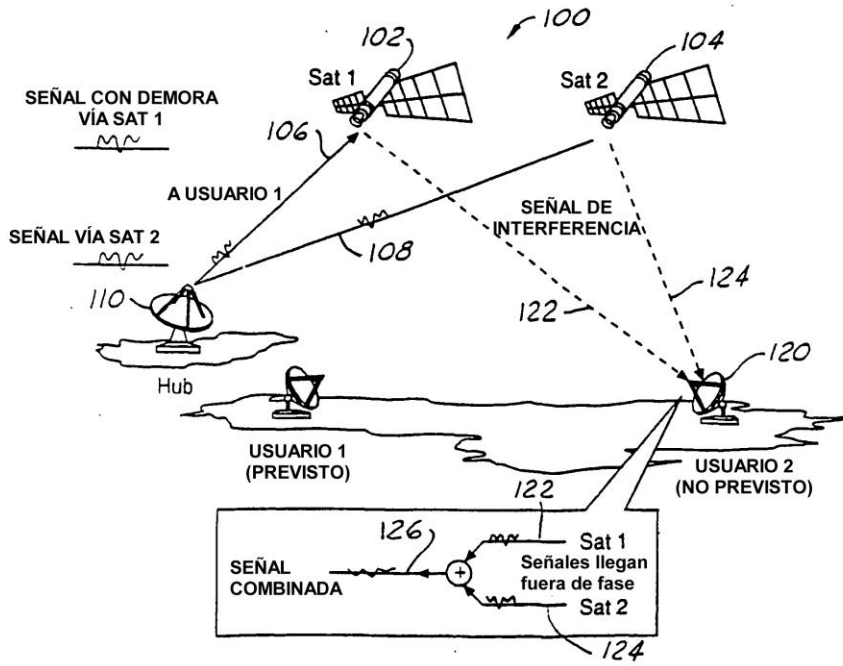
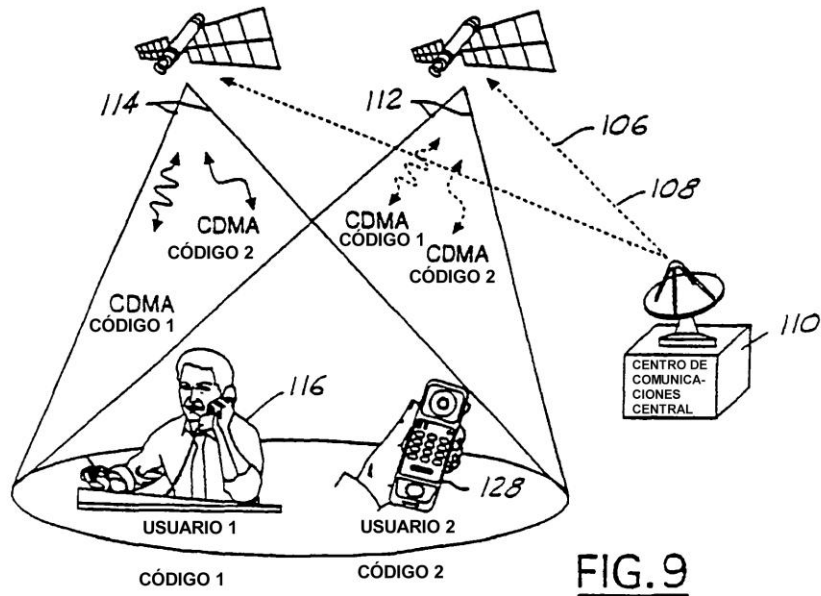
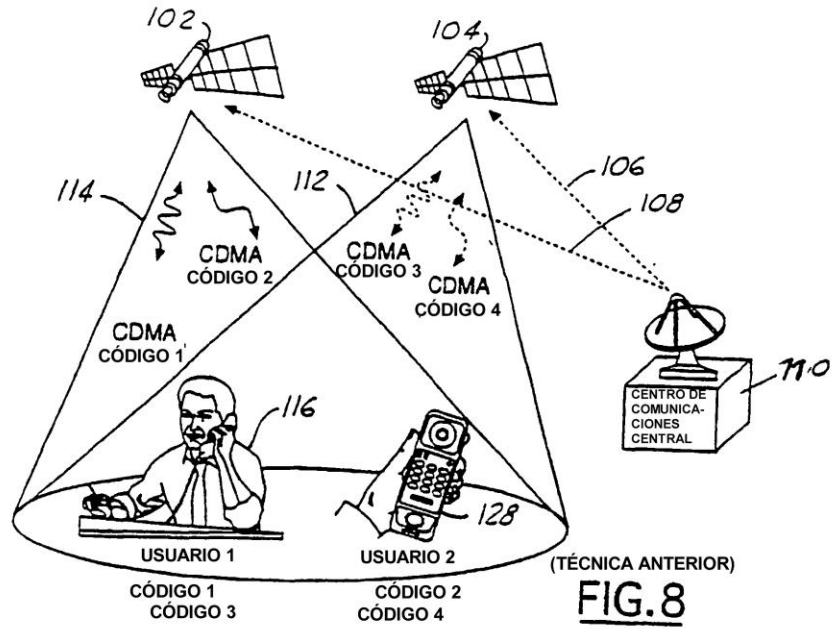


FIG. 7



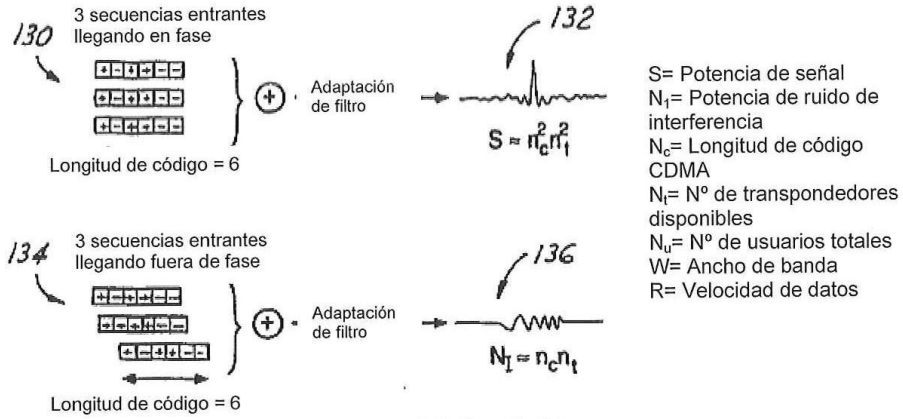


FIG. 10

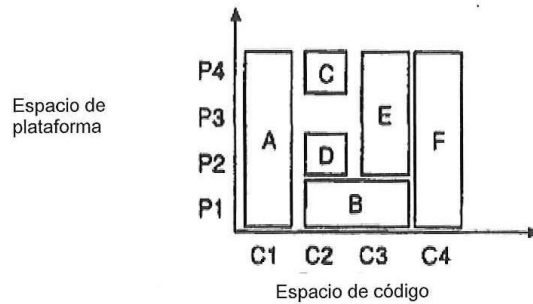


FIG. 11