



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 351 536**

51 Int. Cl.:
H04B 7/185 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08006257 .3**

96 Fecha de presentación : **23.08.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1978650**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.10.2008**

54 Título: **Arquitecturas de red basadas en el espacio para sistemas de radioteléfonos de satélite.**

30 Prioridad: **14.09.2001 US 322240 P**
12.02.2002 US 74097 P
01.07.2002 US 392771 P

73 Titular/es: **ATC TECHNOLOGIES, L.L.C.**
10802 Parkridge Boulevard
Reston, Virginia 20191- 5416, US

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.02.2011

72 Inventor/es: **Agnew, Carson E. y**
Karabinis, Peter D.

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.02.2011

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 351 536 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).

ARQUITECTURAS DE RED BASADAS EN EL ESPACIO PARA SISTEMAS
DE RADIOTELÉFONOS DE SATÉLITE
DESCRIPCIÓN

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere a sistemas y métodos de comunicaciones de radioteléfonos, y más particularmente a sistemas y métodos de comunicaciones de radioteléfonos celulares terrestres y celulares de satélite

Antecedentes de la invención

10 Los sistemas y métodos de comunicaciones de radioteléfonos de satélite se usan ampliamente para las comunicaciones de radioteléfonos. Los sistemas y métodos de comunicaciones de radioteléfonos de satélite generalmente emplean al menos un componente basado en el espacio, tal como uno o más satélites que están configurados para comunicar de forma inalámbrica con una
15 pluralidad de radioteléfonos de satélite.

Un sistema o método de comunicaciones de radioteléfonos de satélite puede utilizar un rayo de antena único que cubre toda el área servida por el sistema. Como alternativa, en los sistemas y métodos de comunicaciones de radioteléfonos de satélite celulares, se proporcionan múltiples rayos, cada uno
20 de los cuales puede dar servicio a distintas áreas geográficas en la región de servicio global, para dar servicio colectivamente a una huella del satélite global. De este modo, puede implementarse una arquitectura celular similar a la utilizada en los sistemas y métodos de los radioteléfonos celulares terrestres convencionales en los sistemas y métodos basados en satélites celulares. El
25 satélite típicamente comunica con los radioteléfonos sobre una trayectoria de comunicaciones bidireccional, con señales de comunicación del radioteléfono que se comunican desde el satélite a los radioteléfonos sobre un enlace descendente o enlace directo, y desde los radioteléfonos al satélite sobre un enlace ascendente o enlace de retorno.

30 El diseño global y el funcionamiento de los sistemas y métodos de radioteléfonos de satélite celulares son bien conocidos para los especialistas en la técnica, y no necesitan describirse adicionalmente en este documento. Además, como se usa en este documento el término "radioteléfono" incluye los radioteléfonos celulares y/o de satélite con o sin presentación multi-línea. Los
35 terminales del Sistema de Comunicaciones Personales (PSC) que pueden

combinar un radioteléfono con procesamiento de datos, facsímil y/o capacidades de comunicaciones de datos; Asistentes Digitales Personales (PDA) que pueden incluir un transceptor de radiofrecuencia y un localizador, Acceso a Internet/intranet, buscador Web, organizador, calendario y/o receptor
5 del sistema de posicionamiento global (GPS); y/o ordenador portátil convencional y/o ordenadores de bolsillo u otras aplicaciones, que incluyen un transceptor de radiofrecuencia.

Como es bien conocido por los especialistas en la técnica, las redes terrestres pueden mejorar la disponibilidad, eficacia y/o viabilidad económica
10 del sistema de radioteléfonos celulares de satélite por la reutilización terrestre de al menos algunas bandas de frecuencias que están asignadas a los sistemas de radioteléfonos celulares de satélite. En particular, es sabido que puede ser difícil para los sistemas de radioteléfonos de satélite celulares dar servicio de forma fiable en las áreas densamente pobladas, porque la señal del
15 satélite puede bloquearse por las estructuras de gran altura y/o no puede penetrar en los edificios. Como resultado, el espectro de satélite puede estar infrautilizado o inutilizado en tales áreas. El uso de la retransmisión terrestre puede reducir o eliminar este problema.

Además, la capacidad del sistema global puede aumentarse
20 significativamente por la introducción de la retransmisión terrestre, ya que la reutilización de frecuencias terrestres puede ser mucho más densa que la un sistema de sólo satélite. De hecho, la capacidad puede mejorarse donde más puede necesitarse, es decir, en áreas urbanas/industriales/comerciales densamente pobladas. Como resultado, el sistema global puede hacerse
25 mucho más viable económicamente, ya que puede dar servicio a una base de abonados mucho mayor. Finalmente, los radioteléfonos de satélite para un sistema de radioteléfono de satélite que tienen una componente terrestre dentro de la misma banda de frecuencia de satélite y que usan sustancialmente la misma interfaz aire tanto para las comunicaciones terrestres como para las
30 de satélite pueden ser más efectivos en coste y/o atractivo estético. Las alternativas convencionales del modo de banda/dual, tales como los sistemas de radioteléfono de modo dual satélite/terrestre bien conocidos Thuraya, Iridium, y/o Globalstar, pueden duplicar algunos componentes, que pueden conducir a aumentar el coste, el tamaño y/o el peso del radioteléfono.

35 Un ejemplo de reutilización terrestre de las frecuencias de satélite se

describe en la Patente de los Estados Unidos N° 5.937.332 para el presente inventor Karabinis titulada *Repetidores de Telecomunicaciones de Satélite y Métodos de Retransmisión*. Como se describe en la misma, se proporcionan repetidores de telecomunicaciones de satélite que reciben, amplifican y retransmiten localmente la señal del enlace descendente recibida desde un satélite aumentando por lo tanto el margen efectivo del enlace descendente en la proximidad de los repetidores de telecomunicaciones de satélite y permitiendo un aumento en la penetración de las señales del enlace ascendente y del enlace descendente dentro de los edificios, vegetación, vehículos de transporte, y otros objetos que pueden reducir el margen del enlace. Se proporcionan tanto repetidores portátiles como no portátiles. Véase el resumen de la Patente de los Estados Unidos N° 5.937.332.

A la vista de la discusión anterior, continúa habiendo una necesidad de sistemas y métodos de reutilización terrestre de frecuencias de satélites celulares que puedan permitir una fiabilidad, capacidad, efectividad de coste y/o atractivo estético mejorados para los sistemas celulares de radioteléfonos de satélite y/o los radioteléfonos de satélite.

El documento EP 0 748 065 describe un sistema de gestión de recursos de una diversidad de repetidores de satélite, en el cual se usan una pluralidad de satélites simultáneamente para proporcionar servicios mejorados del enlace directo y el enlace de retorno a un terminal de usuario.

Sumario de la Invención

La invención proporciona una red basada en el espacio para un sistema de radioteléfonos de satélite como se muestra en la reivindicación 1, y un método de proporcionar comunicaciones inalámbricas como se muestra en la reivindicación 54. El, al menos uno, satélite sólo-receptor puede configurarse para recibir las comunicaciones inalámbricas desde un radioteléfono sobre una frecuencia de satélite. Proporcionando al menos un satélite sólo-receptor y al menos un satélite transmisor y receptor, redes basadas en el espacio de acuerdo con las realizaciones de la presente invención pueden ofrecer un margen del enlace significativo sin necesidad de cargar indeseablemente los propios radioteléfonos para conseguir este margen del enlace.

Por consiguiente, algunas realizaciones de la invención proporcionan una red basada en el espacio para sistemas de radioteléfonos de satélite que comprenden más satélites receptores que satélites transmisores. Otras

realizaciones de la invención proporcionan una red basada en el espacio para un sistema de radioteléfonos de satélite que comprende una pluralidad de satélites que proporcionan colectivamente un mayor margen del enlace ascendente que el margen del enlace descendente.

5 En algunas realizaciones de la invención, el, al menos uno, satélite sólo-receptor consiste de dos satélites de sólo recepción.

 En algunas realizaciones, cada uno de los satélites de sólo recepción comprende una primera antena y una segunda antenas de recepción. En otras realizaciones, la primera y segunda antenas de sólo recepción son
10 aproximadamente de 24 metros de diámetro.

 En otras realizaciones, el, al menos uno, satélite de transmisión y recepción consiste de un único satélite de transmisión y recepción que está colocado en una ranura orbital con uno de los dos satélites de sólo recepción. En otras realizaciones, el, al menos uno, satélite transmisor y receptor consiste
15 de dos satélites de transmisión y recepción, el respectivo de los cuales está colocado en una ranura orbital con respecto a uno de los dos satélites de sólo recepción.

 En algunas realizaciones, un único satélite transmisor y receptor incluye una única antena de transmisión y una única antena de recepción. En otras
20 realizaciones, un único satélite transmisor y receptor comprende una única antena de transmisión y recepción y una única antena de recepción. En otras realizaciones más, los dos satélites de transmisión y recepción comprenden cada uno una única antena de transmisión y una única antena de recepción, En otras realizaciones más, las dos antenas del satélite transmisor y receptor
25 comprenden cada una, una única antena de transmisión y recepción y una única antena de recepción.

 En otras realizaciones, cada uno de los satélites de sólo recepción incluye desde un primero hasta un cuarto procesadores. El primer procesador está configurado para procesar las comunicaciones inalámbricas que se
30 reciben por la primera antena de sólo recepción en un primer tipo de polarización circular. El segundo procesador está configurado para procesar comunicaciones inalámbricas que se reciben por la primera antena de sólo recepción en un segundo tipo de polarización circular. El tercer procesador está configurado para procesar comunicaciones inalámbricas que se reciben por la
35 segunda antena de sólo recepción en la primera polarización, y el cuarto

procesador está configurado para procesar comunicaciones inalámbricas que se reciben por la segunda antena de sólo recepción en la segunda polarización.

En otras realizaciones, cada uno de los satélites de sólo recepción incluye un generador de señal del enlace alimentador. El generador de señal
5 del enlace alimentador está configurado para combinar las señales que se reciben por la primera y la segunda antenas de sólo recepción dentro de al menos una señal del enlace alimentador, incluyendo una pluralidad de dimensiones ortogonales y polarizaciones, tales como las dimensiones en fase y en cuadratura, polarizaciones horizontal y vertical, polarizaciones circulares a
10 mano izquierda y a mano derecha y/o otras dimensiones ortogonales y/o polarizaciones.

Las redes basadas en el espacio de acuerdo con otras realizaciones de la invención también incluyen una puerta de enlace que está configurada para recibir la señal del enlace alimentador desde cada uno de los dos satélites de
15 sólo recepción. En otras realizaciones, la puerta de enlace puede configurarse para recibir la señal del enlace alimentador desde cada uno de los dos satélites de sólo recepción cuando la señal del enlace alimentador tiene un ancho de banda que es al menos tan ancho como las señales que se reciben por la primera y segunda antenas de sólo recepción de uno de los satélites sólo
20 recepción. En otras realizaciones la red basada en el espacio incluye una pluralidad de puertas de enlace, una de las cuales está configurada para recibir una señal del enlace alimentador desde cada uno de los dos satélites de sólo recepción. En algunas realizaciones, las señales que se reciben por la primera y/o la segunda antenas de sólo recepción de uno de los satélites de sólo
25 recepción tiene un ancho de banda que es más ancho que la señal del enlace alimentador.

Otras realizaciones más de la presente invención incluyen un mezclador que está configurado para combinar las señales del enlace alimentador que se reciben en al menos una de la pluralidad de puertas de enlace, para reconstruir
30 las comunicaciones inalámbricas de los radioteléfonos. Otra realización más de la presente invención incluye una red terrestre auxiliar que está configurada para comunicar de forma inalámbrica con el radioteléfono en una localización predeterminada sobre al menos parte de la banda de frecuencias del radioteléfono de satélite, para reutilizar por lo tanto de forma terrestre al menos
35 parte de la banda de frecuencias del radioteléfono de satélite.

Breve Descripción de los Dibujos

La Figura 1 es un diagrama esquemático de sistemas y métodos de radioteléfonos celulares.

5 La Figura 2 es un diagrama de bloques de reductores de interferencia adaptativos.

La Figura 3 es un diagrama del espectro que ilustra las asignaciones de frecuencia de la banda L del satélite.

10 La Figura 4 es un diagrama esquemático de sistemas y métodos de satélites celulares.

La Figura 5 ilustra estructuras de tramas dúplex por división en el tiempo.

La Figura 6 es un diagrama de bloques de arquitecturas de componentes terrestres auxiliares.

15 La Figura 7 es un diagrama de bloques de arquitecturas de radioteléfonos reconfigurables.

La Figura 8 ilustra gráficamente el mapeo de los niveles de potencia decrecientes monótonamente con las frecuencias.

20 La Figura 9 ilustra una célula ideal que está mapeada a tres regiones de potencia y tres frecuencias portadoras asociadas.

La Figura 10 representa una célula realista que está mapeada a tres regiones de potencia y tres frecuencias portadoras asociadas.

La Figura 11 ilustra dos o más ranuras contiguas en una trama que están desocupadas.

25 La Figura 12 ilustra la carga de dos o más ranuras contiguas con potencias de transmisión más bajas de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

30 La Figura 13 ilustra esquemáticamente el uso de satélites de sólo transmisión y de sólo recepción en una arquitectura de red basada en el espacio (no de acuerdo con la invención).

La Figura 14 es un diagrama de bloques de arquitecturas para redes basadas en el espacio.

La Figura 15 ilustra esquemáticamente arquitecturas para redes basadas en el espacio de acuerdo con la presente invención.

Descripción Detallada

La presente invención se describirá ahora más enteramente en adelante en este documento con referencia a los dibujos adjuntos. Esta invención no debería construirse como limitada a las realizaciones mostradas en este documento. Más bien estas realizaciones se proporcionan de modo que esta divulgación sea minuciosa y completa, y que transmita totalmente el alcance de la invención a los especialistas en la técnica. Números iguales se refieren a elementos iguales de principio a fin.

La Figura 1 es un diagrama esquemático de los sistemas y métodos de radioteléfonos de satélite celulares. Como se muestra en la Figura 1, estos sistemas y métodos de radioteléfonos de satélite celulares 100 incluyen al menos un Componente Basado en el Espacio (SBC) 110, tal como un satélite. El componente basado en el espacio 110 está configurado para transmitir comunicaciones inalámbricas a una pluralidad de radioteléfonos 120a, 120b en una huella del satélite que comprende una o más células de radioteléfonos de satélite 130-130'' sobre una o más frecuencias del enlace directo del radioteléfono de satélite (enlace descendente) f_D . El componente basado en el espacio 110 está configurado para recibir comunicaciones inalámbricas desde, por ejemplo, un primer radioteléfono 120a en la célula de radioteléfonos de satélite 130 sobre una frecuencia del enlace de retorno (enlace ascendente) del radioteléfono de satélite f_U . Una red terrestre auxiliar, que comprende al menos un componente terrestre auxiliar 140, que puede incluir una antena 140a y un sistema electrónico 140b (por ejemplo, al menos una antena 140a y al menos un sistema electrónico 140b) está configurado para recibir comunicaciones inalámbricas desde, por ejemplo, un segundo radioteléfono 120b en la célula del radioteléfono 130 sobre la frecuencia del enlace ascendente del radioteléfono de satélite, denominada f'_U , que puede ser la misma que f_U . De este modo, como se ilustra en la Figura 1, el radioteléfono 120a puede comunicarse con el componente basado en el espacio 110 mientras que el radioteléfono 120b puede comunicarse con el componente terrestre auxiliar 140. Como se muestra en la Figura 1, el componente 110 basado en el espacio también recibe indeseablemente las comunicaciones inalámbricas desde el segundo radioteléfono 120b en la célula del radioteléfono de satélite 130 sobre la frecuencia del radioteléfono de satélite f'_U como interferencia. Más específicamente, se muestra una trayectoria potencial de la interferencia en

150. En esta trayectoria potencial de la interferencia 150, la señal del enlace de retorno del segundo radioteléfono 120b en la frecuencia portadora f'_U interfiere con las comunicaciones del satélite. Esta interferencia sería generalmente más fuerte cuando $f'_U = f_U$ porque, en tal caso, se utilizaría la misma frecuencia del
5 enlace de retorno para las comunicaciones del componente basado en el espacio y del componente terrestre auxiliar sobre la misma célula del radioteléfono de satélite, y no parecería existir ninguna discriminación espacial entre las células de radioteléfonos de satélite.

Refiriéndonos aún a la Figura 1, pueden incluirse ejemplos de
10 sistemas/métodos de radioteléfonos de satélite 100 en al menos una puerta de enlace 160 que pueden incluir una antena 160a y un sistema electrónico 160b que pueden estar conectados a otras redes 162 incluyendo las redes terrestres y/o las otras redes de radioteléfonos. La puerta de enlace 160 también comunica con el componente basado en el espacio 110 sobre un enlace
15 alimentador del satélite 112. La puerta de enlace 160 también comunica con el componente terrestre auxiliar 140, generalmente sobre un enlace terrestre 142.

Refiriéndonos aún a la Figura 1, también puede proporcionarse un Reductor de Interferencia (IR) 170a al menos parcialmente en el sistema electrónico del componente terrestre auxiliar 140b. Como alternativa o
20 adicionalmente, puede proporcionarse un reductor de interferencia 170b al menos parcialmente en el sistema electrónico de la puerta de enlace 160b. En otras alternativas más, el reductor de interferencia puede proporcionarse al menos parcialmente en otros componentes del sistema/método del satélite celular 100 en lugar de o en adición al reductor de interferencia 170a y/o 170b.
25 El reductor de interferencia es sensible al componente basado en el espacio 110, y al componente terrestre auxiliar 140, y está configurado para reducir la interferencia de las comunicaciones inalámbricas que se reciben por el componente basado en el espacio 110 y está generada al menos parcialmente por el segundo radioteléfono 120b en la célula de radioteléfono de satélite 130
30 sobre la frecuencia de radioteléfono de satélite f'_U . El reductor de interferencias 170a y/o 170b usa la f'_U de comunicaciones inalámbricas que se pretende para el componente terrestre auxiliar 140 desde el segundo radioteléfono de satélite 120b en la célula de radioteléfono de satélite 130 usando la frecuencia del radioteléfono de satélite f'_U para comunicar con el componente terrestre auxiliar
35 140.

En ejemplos como se muestran en la Figura 1, el componente terrestre auxiliar 140 generalmente está más cerca del primer y segundo radioteléfonos 120a y 120b, respectivamente, que lo está el componente basado en el espacio 110, de modo que las comunicaciones inalámbricas desde el segundo radioteléfono 120b se reciben por el componente terrestre auxiliar 140 antes de recibirse por el componente basado en el espacio 110. El reductor de información 170a y/o 170b está configurado para generar una señal de cancelación de interferencia que comprende, por ejemplo, al menos una réplica retardada de las comunicaciones inalámbricas desde el segundo radioteléfono 120b que se reciben por el componente terrestre auxiliar 140, y para restar la réplica retardada de las comunicaciones inalámbricas desde el segundo radioteléfono 120b que se reciben por el componente terrestre auxiliar 140 a partir de las comunicaciones inalámbricas que se reciben desde el componente basado en el espacio 110. La señal de reducción de interferencia puede transmitirse desde el componente terrestre auxiliar 140 a la puerta de enlace 160 sobre el enlace 142 y/o usando otras técnicas convencionales.

De este modo, pueden usarse técnicas adaptativas de reducción de interferencia para cancelar al menos parcialmente la señal de interferencia, de modo que puede usarse la misma frecuencia del enlace ascendente del radioteléfono de satélite, u otra cercana en una célula determinada para las comunicaciones por radioteléfonos 120 con el satélite 110 y con el componente terrestre auxiliar 140. Por consiguiente, todas las frecuencias que se asignan a una célula determinada 130 pueden usarse tanto para las comunicaciones del radioteléfono 120 con el componente basado en el espacio 110 como con el componente terrestre auxiliar 140. Los sistemas convencionales pueden eliminar la reutilización terrestre de frecuencias dentro de una célula de satélite determinada que se están usando dentro de la célula del satélite para las comunicaciones del satélite. Dicho de otra forma, convencionalmente, sólo las frecuencias utilizadas por otras células de satélite pueden ser candidatas para la reutilización terrestre dentro de una célula de satélite determinada. El aislamiento espacial entre rayos que se proporciona por el sistema de satélite sirvió de base para reducir o minimizar el nivel de interferencia de las operaciones terrestres dentro de las operaciones de satélite. En agudo contraste, ejemplos de la invención pueden usar un reductor de interferencia para permitir que todas las frecuencias asignadas a una célula de satélite se

usen de forma terrestre y para las comunicaciones de radioteléfonos de satélite.

Ejemplos de acuerdo con la Figura 1 pueden presentarse a partir de una realización que la señal del enlace de retorno del segundo radioteléfono 120b en f_U generalmente se recibirán y procesarán por el componente terrestre auxiliar 140 mucho antes con relación al tiempo en el que llegarán a la puerta de enlace del satélite 160 desde el componente basado en el espacio 110 a través de la trayectoria de interferencia 150. Por consiguiente, la señal de interferencia en la puerta de enlace del satélite 160b puede cancelarse al menos parcialmente. De este modo, como se muestra en la Figura 1, una señal de cancelación de interferencia, tal como la señal del componente terrestre auxiliar demodulada, puede enviarse a la puerta de enlace del satélite 160b por el reductor de interferencia 170a en el componente terrestre auxiliar 140, por ejemplo usando el enlace 142. En el reductor de interferencia 170b en la puerta de enlace 160b, puede formarse una réplica ponderada (en amplitud y/o fase) de la señal, utilizando por ejemplo, las técnicas de los filtros adaptativos transversales que son bien conocidas por los especialistas en la técnica. A continuación, la señal de salida del filtro transversal se resta de la señal de satélite recibida agregada en la frecuencia f_U que contiene las señales deseadas así como interferencias. De este modo la cancelación de interferencias no necesita degradar la proporción de señal a ruido de la señal deseada en la puerta de enlace 160, debido a que puede usarse una señal terrestre regenerada (libre de ruido), por ejemplo como se regenera por el componente terrestre auxiliar 140, para llevar a cabo la supresión de interferencia.

La Figura 2 es un diagrama de bloques de ejemplos de canceladores de interferencia adaptativos que pueden localizarse en el componente terrestre auxiliar 140, en la puerta de enlace 160, y/o en otro componente del sistema de radioteléfono celular 100. Como se muestra en la Figura 2, uno o más algoritmos de control 204, conocidos por los especialistas en la técnica, pueden usarse para ajustar de forma adaptativa los coeficientes de una pluralidad de filtros transversales 202a-202n. Pueden usarse algoritmos adaptativos, tales como el Error Cuadrático Medio Mínimo (LMSE), Kalman, Kalman Rápido, Forzando Ceros y/o diversas combinaciones de los mismos u otras técnicas. Se entenderá por los especialistas en la técnica que la arquitectura de la Figura

2 puede usarse con un algoritmo LMSE. Sin embargo, también se entenderá por los especialistas en la técnica que pueden realizarse modificaciones de la arquitectura convencional para facilitar otros algoritmos de control.

Ejemplos adicionales de la invención se describirán ahora con referencia a la Figura 3, que ilustra las asignaciones de frecuencias de la banda L incluyendo los enlaces directos y los enlaces de retorno del sistema celular de radioteléfonos. Como se muestra en la Figura 3, las frecuencias del enlace directo de la banda L del espacio a tierra (enlace descendente) se asignan desde 1525 MHz a 1559 MHz. Las frecuencias del enlace de retorno de la banda L de tierra al espacio (enlace ascendente) ocupan la banda desde 1626,5 MHz a 1660,5 MHz. Entre los enlaces de la banda L directo y de retorno descansa la banda de radionavegación GPS/GLONASS (desde 1559 a 1605 MHz).

En la descripción detallada en lo que sigue, el GPS/GLONASS se denominará simplemente como GPS en beneficio de la brevedad. Además, los acrónimos ATC y SBC se usarán para el componente terrestre auxiliar y el componente basado en el espacio, respectivamente, en beneficio de la brevedad.

Como es conocido por los especialistas en la técnica, los receptores de GPS pueden ser extremadamente sensibles ya que están diseñados para funcionar sobre señales de radionavegación de espectro difundido muy débiles que llegan sobre la tierra desde una constelación de satélites GPS. Como resultado, los receptores de GPS pueden ser altamente susceptibles a la interferencia en banda. Los ATC que están configurados para radiar a las frecuencias de la banda L en la banda directa del satélite (1525 a 1559) pueden estar diseñados con filtros de las emisiones fuera de banda muy agudos para satisfacer los estrictos deseos de las emisiones de espurios fuera de banda del GPS.

Refiriéndonos de nuevo a la Figura 1, algunos ejemplos pueden proporcionar sistemas y métodos que pueden permitir a un ATC 140 auto-configurarse en uno de al menos dos modos. De acuerdo con un primer modo, que puede ser un modo normalizado y puede proporcionar la capacidad más elevada, el ATC 140 transmite a los radioteléfonos 120 sobre el intervalo de frecuencias desde 1525 MHz hasta 1559 MHz, y recibe transmisiones desde los radioteléfonos 120 en el intervalo de frecuencias 1626,5 MHz hasta 1660.5

MHz, como se ilustra en la Figura 3. En contraste, en un segundo modo de operación, el ATC 140 transmite comunicaciones inalámbricas a los radioteléfonos 120 sobre un intervalo modificado de la banda de frecuencias del enlace directo (enlace descendente) del satélite. El intervalo modificado de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite puede seleccionarse para reducir, en comparación con el intervalo sin modificar de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite, la interferencia con los receptores inalámbricos tales como los receptores de GPS que operan fuera del intervalo de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite.

Pueden proporcionarse muchos intervalos modificados de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite. En algunos ejemplos, el intervalo modificado de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite puede limitarse a un subconjunto del intervalo original de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite, de modo que proporciona una banda de guarda de frecuencias no utilizadas de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite. En otros ejemplos, se usa toda la banda de frecuencias del enlace directo del satélite, pero las comunicaciones inalámbricas para los radioteléfonos se modifican de modo se reduce la interferencia con los receptores inalámbricos que operan fuera del intervalo de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite. También pueden usarse combinaciones o sub-combinaciones de estas y/o otras técnicas, como se describirá más adelante.

También se entenderá que los ejemplos que se describirán ahora en conexión con las Figuras 4-12 se describirán en términos de ATC de múltiples modos 140 que pueden operar en un primer modo normalizado usando los enlaces normalizados directo y de retorno de la Figura 3, y en un segundo modo o modo alternativo que usa un intervalo modificado de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite y/o un intervalo modificado de la banda de frecuencias del enlace de retorno del satélite. Estos ATC de múltiples modos pueden operar en el segundo modo no normalizado, siempre que se desee, y puede conmutarse al modo normalizado en caso contrario. Sin embargo, otros ejemplos no necesitan proporcionar ATC de modo múltiple sino, más bien ATC que funcionen usando el intervalo modificado de la banda de frecuencias del enlace directo y/o del enlace de retorno del satélite.

Ahora se describirán ejemplos, en los que un ATC opera con un SBC

que está configurado para recibir comunicaciones inalámbricas desde los radioteléfonos sobre un primer intervalo de la banda de frecuencias del enlace de retorno del satélite y para transmitir comunicaciones inalámbricas a los radioteléfonos sobre un segundo intervalo de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite que está separado del primer intervalo. De acuerdo con estos ejemplos, el ATC está configurado para usar al menos una frecuencia dúplex de división en el tiempo para transmitir comunicaciones inalámbricas a los radioteléfonos y para recibir comunicaciones inalámbricas desde los radioteléfonos en diferentes instantes. En particular, en algunos ejemplos, la, al menos una, frecuencia dúplex de división en el tiempo que se usa para transmitir comunicaciones inalámbricas a los radioteléfonos y para recibir comunicaciones inalámbricas desde los radioteléfonos en diferentes instantes, comprende una trama que incluye una pluralidad de ranuras. Al menos una primera de las ranuras se usa para transmitir comunicaciones inalámbricas a los radioteléfonos y al menos una segunda de las ranuras se usa para recibir comunicaciones inalámbricas de los radioteléfonos. De este modo, en algunas realizaciones, el ATC transmite y recibe, en el modo Dúplex por División en el Tiempo (TDD) usando frecuencias desde 1626,5 MHz a 1660,5 MHz. En algunos ejemplos todos los ATC a través de toda la red pueden tener la flexibilidad de configuración fija/reconfiguración. En otros ejemplos, sólo algunos ATC pueden ser reconfigurables.

La Figura 4 ilustra sistemas y métodos de satélite 400, incluyendo un ATC 140 que comunica con un radioteléfono 120b usando una frecuencia portadora f'_{U} en el modo TDD. La Figura 5 ilustra un ejemplo de una estructura de trama TDD. Asumiendo GSM de plena tasa (ocho ranuras temporales por trama), pueden soportarse hasta cuatro circuitos de voz full-dúplex por portadora de TDD. Como se muestra en la Figura 5, el ATC 140, transmite al radioteléfono 120b sobre, por ejemplo, la ranura temporal número 0. El radioteléfono 120b recibe y contesta de vuelta al ATC 140 sobre, por ejemplo, la ranura temporal número 4. Las ranuras temporales número 1 y 5 pueden usarse para establecer comunicaciones con otro radioteléfono, y así sucesivamente.

Un Canal de Control de Difusión (BCCH) se transmite preferiblemente desde el ATC 140 en el modo normalizado, usando una frecuencia portadora desde debajo de cualquier región de exclusión de la banda de guarda. En otros

ejemplos, un BCCH también puede definirse usando una portadora TDD. En cualquiera de estos ejemplos, los radioteléfonos en el modo de reposo pueden, por la metodología establecida del GSM, monitorizar el BCCH y recibir información del nivel de sistema y de localización. Cuando se localiza un radioteléfono, el sistema decide qué tipo de recurso asignar al radioteléfono para establecer el enlace de comunicaciones. Cualquier tipo de recurso se asigna para el canal de comunicaciones del radioteléfono (modo TDD o modo normalizado), la información se comunica al radioteléfono, por ejemplo como parte de la rutina de inicialización de la llamada, y el radioteléfono se auto-configura apropiadamente.

Puede ser difícil para el modo TDD coexistir con el modo normalizado sobre el mismo ATC, debido, por ejemplo, a la etapa LNA del receptor del ATC. En particular, asumiendo una mezcla de portadoras del modo normalizado y el modo TDD sobre el mismo ATC, durante la parte de la trama en la que se usan las portadoras TDD para dar servicio al enlace directo (cuando el ATC está transmitiendo TDD) puede derivarse suficiente energía dentro del extremo de entrada del receptor del mismo ATC para desensibilizar su etapa LNA.

Pueden usarse técnicas para suprimir la energía del ATC transmitida sobre la porción de 1600 MHz de la banda de de-sensibilización del LNA del receptor del ATC, y por lo tanto permitir una mezcla del modo normalizado y tramas TDD. Por ejemplo, el aislamiento entre los extremos de entrada y de salida del ATC y/o las pérdidas de retorno del sistema de antena pueden aumentarse o maximizarse. Puede colocarse un filtro elimina-banda conmutable en la entrada de la etapa LNA. Este filtro se conmutaría a la cadena del receptor (antes del LNA) durante la parte de la trama en la que el ATC está transmitiendo TDD, y se desconectaría durante el resto del tiempo. Un cancelador de interferencia adaptativo puede configurarse en RF (antes de la etapa LNA). Si se usan tales técnicas, puede alcanzarse una supresión del orden de 70 dB, lo cual puede permitir la mezcla del modo normalizado y tramas TDD. Sin embargo, la complejidad del ATC y/o el coste puede aumentar.

De este modo, incluso aunque la de-sensibilización del LNA del ATC puede eliminarse o reducirse, puede usar una ingeniería especial y atención significativas y puede no merecer el esfuerzo económicamente. Otros ejemplos, por lo tanto, pueden mantener ATC de TDD puro TDD, con la

excepción, quizás de la portadora del BCCH que no puede usarse para el tráfico sino sólo para la difusión sobre la primera parte de la trama, consistente con el protocolo de TDD. Además, los impulsos del Canal de Acceso Aleatorio (RACH) se pueden temporizar de modo que lleguen al ATC durante la segunda
5 mitad de la trama TDD. En algunos ejemplos, todos los ATC de TDD pueden estar equipados para posibilitar la reconfiguración en respuesta a un comando.

Es bien reconocido que durante las comunicaciones de datos u otras aplicaciones, el enlace directo puede usar transmisiones a tasas más altas que
10 el enlace de retorno. Por ejemplo, en la búsqueda de Web con un radioteléfono, los clics del ratón y/o otras selecciones de usuario típicamente se transmiten desde el radioteléfono al sistema. El sistema, sin embargo, en respuesta a la selección del usuario, puede tener que enviar grandes ficheros de datos al radioteléfono. Por lo tanto, pueden configurarse otros ejemplos para
15 posibilitar el uso de un número de ranuras temporales aumentado o máximo por trama de portadora directa de GSM, para proporcionar una tasa de datos del enlace descendente más alta para el radioteléfono.

De este modo, cuando se configura una frecuencia portadora para proporcionar un servicio en el modo TDD, puede hacerse una decisión de
20 cuántas ranuras se asignarán para dar servicio al enlace directo, y cuántas se dedicarán al enlace de retorno. Cualquiera que sea la decisión, puede ser deseable que se adhieran a la misma todas las portadoras TDD usadas por el ATC, para reducir o eliminar el problema de la de-sensibilización de LNA descrito anteriormente. En las comunicaciones de voz, la partición entre las
25 ranuras de los enlaces directo y de retorno puede hacerse en la mitad de la trama ya que la actividad de voz típicamente es estadísticamente bidireccionalmente simétrica. Por lo tanto, excitado por la voz, el centro de la trama puede estar donde se dibuja la partición del TDD.

Para aumentar o maximizar la tasa de transferencia del enlace directo en
30 el modo de datos, las portadoras de TDD en el modo de datos pueden usar una modulación y/o protocolo espectralmente más eficiente, tal como la modulación y/o protocolo EDGE, sobre las ranuras del enlace directo. Las ranuras del enlace de retorno pueden estar basadas en una modulación y/o protocolo espectralmente menos eficiente tal como la modulación y/o protocolo de GPRS
35 (GMSK). La modulación/protocolo EDGE y la modulación/protocolo GPRS son

bien conocidos por los especialistas en la técnica, y no hay necesidad de describirlos adicionalmente en este documento. Dada una estrategia de portadoras de TDD EDGE directo /GPRS retorno, pueden soportarse hasta $(384/2) = 192$ Kbps sobre el enlace directo mientras que sobre el enlace de retorno el radioteléfono puede transmitir hasta $(115/2) \approx 64$ kbps.

En otros ejemplos, también es posible asignar seis ranuras temporales de una trama de ocho ranuras para el enlace directo y sólo dos para el enlace de retorno. En estos ejemplos, para los servicios de voz, dada la naturaleza estadísticamente simétrica de la voz, el codificador de voz del enlace de retorno puede necesitar ser comparable con el GSM de un cuarto de tasa, mientras que el codificador de voz del enlace directo puede operar a una tasa GSM completa, para obtener seis circuitos de voz full dúplex por portadora GSM del modo TDD (una penalización de la capacidad de voz de un 25%). Sujetos a esta estrategia de partición no simétrica, pueden conseguirse tasas de hasta $(384)(6/8) = 288$ kbps sobre el enlace directo, con hasta $(115)(2/8) \approx 32$ kbps sobre el enlace de retorno.

La Figura 6 representa una arquitectura ATC de acuerdo con ejemplos de la invención, que puede prestarse para una configuración automática entre los dos modos del GSM normalizado y GSM de TDD a petición, por ejemplo, desde un Centro de Operaciones de Red (NOC) a través de un Controlador de la Estación Base (BSC). Se entenderá que en estos ejemplos, una antena 620 puede corresponder a la antena 140a de las Figuras 1 y 4, y el resto de la Figura 6 puede corresponder al sistema electrónico 140b de las Figuras 1 y 4. Si se produce un comando de reconfiguración para una portadora particular, o un conjunto de portadoras mientras que están activas las portadoras y están soportando tráfico, entonces, a través de la señalización dentro de banda del Canal de Control Asociado Rápido (FACCH), puede notificarse a todos los radioteléfonos afectados también para que se auto-reconfiguren y/o conmuten sobre los nuevos recursos. Si se reconfiguran las portadoras desde el modo TDD al modo normalizado, la reasignación automática de portadoras para los ATC del modo normalizado apropiado, basados, por ejemplo, en la demanda de capacidad y/o patrón de reutilización puede iniciarse por el NOC. Si, por el contrario, las portadoras se reconfiguran desde el modo normalizado al modo TDD, puede tener lugar la reasignación automática de los ATC al modo TDD apropiado a petición desde el NOC.

Refiriéndonos aún a la Figura 6, el conmutador 610 puede permanecer cerrado cuando las portadoras se demodulan en el modo normalizado. En el modo TDD, este conmutador 610 puede abrirse durante la primera mitad de la trama, cuando el ATC está transmitiendo, y cerrarse durante la segunda mitad de la trama, cuando está recibiendo el ATC. También pueden proporcionarse otros ejemplos.

La Figura 6 asume N transceptores por sector del ATC, donde N puede ser tan pequeño como uno, ya que generalmente se desea un mínimo de una portadora por sector. Cada uno de los transceptores se asume que funciona sobre un par de portadoras GSM (cuando está en el modo normalizado) y puede soportar de este modo hasta ocho circuitos de voz full dúplex, descuidando la cabecera de control del canal BCCH. Además, un par de portadoras GSM normalizadas pueden soportar 16 circuitos de voz full dúplex cuando está en el modo GSM de mitad de tasa, y hasta treinta y dos circuitos de voz full dúplex cuando está en el modo GSM de un cuarto de tasa.

Cuando está en el modo TDD, el número de circuitos de voz full dúplex puede reducirse por un factor de dos, asumiendo el mismo codificador de voz. Sin embargo, en el modo TDD, el servicio de voz puede ofrecerse a través de un codificador de voz GSM de mitad de tasa con una degradación de calidad casi imperceptible, para mantener la capacidad de voz invariable. La Figura 7 es un diagrama de bloques de una arquitectura de radioteléfonos reconfigurables que pueden comunicar con una arquitectura de ATC reconfigurable de la Figura 6. En la Figura 7, se proporciona una antena 720, y el resto de la Figura 7 puede proporcionar ejemplos de un sistema electrónico para el radioteléfono.

Se entenderá que la capacidad de reconfigurar ATC y radioteléfonos puede obtenerse con un aumento en el coste relativamente pequeño. El coste puede estar mayormente en el coste de la Ingeniería No Recurrente (NRE) para desarrollar el software. También pueden incurrirse algunos costes recurrentes, sin embargo, ya que puede usarse al menos un filtro de RF adicional y unos pocos conmutadores controlados electrónicamente por el ATC y radioteléfono. El resto de hardware/software puede ser común para el modo normalizado y el modo TDD de GSM.

Refiriéndonos ahora a la Figura 8, se describirán ahora otros sistemas y métodos de radioteléfonos. En estos ejemplos, el segundo intervalo modificado

de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite incluye una pluralidad de frecuencias en el segundo intervalo de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite que se transmiten por los ATC a los radioteléfonos a un nivel de potencia, tal como el nivel máximo de potencia, que disminuye monótonamente en función de la frecuencia (en aumento). Más específicamente, como se describirá más adelante, en algunos ejemplos, el segundo intervalo modificado de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite incluye un subconjunto de frecuencias próximas al primero o segundo extremo del intervalo de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite que se transmite por el ATC a los radioteléfonos a un nivel de potencia tal como un nivel máximo de potencia que desciende monótonamente hacia el primer y segundo extremo del segundo intervalo de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite. En otros ejemplos más, el primer intervalo de la banda de frecuencias del enlace de retorno del satélite está contenida en la banda L de frecuencias del satélite por encima de las frecuencias de GPS y el segundo intervalo de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite está contenido en la banda L de frecuencias de satélite por debajo de las frecuencias de GPS. El segundo intervalo modificado de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite incluye un subconjunto de frecuencias próximas al final del segundo intervalo de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite adyacente a las frecuencias de GPS que se transmiten por el ATC a los radioteléfonos a un nivel de potencia, tal como el nivel máximo de potencia, que desciende monótonamente hacia el final del segundo intervalo de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite adyacente a las frecuencias de GPS.

Sin que esté sujeta a ninguna teoría de funcionamiento ahora se describirá una discusión teórica del mapeo de los niveles de potencia máxima del ATC para las frecuencias portadoras de acuerdo con realizaciones de la presente invención. Refiriéndonos a la Figura 8, sea $v = \mathcal{F}(\rho)$ que representa un mapeo desde el dominio de la potencia (ρ) al intervalo de la frecuencia (v). La potencia (ρ) es la potencia que utiliza un ATC o debería transmitir para comunicar de forma fiable con un radioteléfono determinado. Esta potencia puede depender de muchos factores tales como la distancia al radioteléfono desde el ATC, la obstrucción entre el radioteléfono y el ATC, el nivel de desvanecimiento multi-trayectoria en el canal etc., y como resultado, en general

cambiará como una función del tiempo. Por lo tanto, la potencia utilizada generalmente se determina de forma adaptativa (iterativamente) mediante un control de potencia de bucle cerrado, entre el radioteléfono y el ATC.

La frecuencia (ν) es la frecuencia portadora del satélite que usa el ATC para comunicar con el radioteléfono, el mapeo $\mathcal{F}$ es una función decreciente monótonamente de la variable independiente p . Por consiguiente, en algunos ejemplos, a medida que aumenta la potencia máxima del ATC, la frecuencia portadora que usa el ATC para establecer y/o mantener el enlace de comunicaciones disminuye. La Figura 8 ilustra un ejemplo a modo de elemento de una función continua decreciente monótonamente (caso escalera). Pueden usarse otras funciones monótonas, incluyendo las funciones lineales y/o no lineales, constantes y disminuciones variables. La mensajería del FACCH o el Canal de Control Asociado Lento (SACCH) puede usarse para facilitar el mapeo de forma adaptativa y sustancialmente en tiempo real.

La Figura 9 representa una célula ideal donde, para propósitos de ilustración, se usan tres regiones de potencia y tres frecuencias portadoras asociadas (o conjuntos de frecuencias portadoras) para la partición de una célula. Por simplicidad, se asume un transmisor ATC en el centro de la célula idealizada sin sectorización. En los ejemplos de la Figura 9, la frecuencia (o conjunto de frecuencias) f_l se toma desde sustancialmente la porción más superior de la banda L del conjunto de frecuencias del enlace directo, por ejemplo, desde sustancialmente cerca de 1559 MHz (véase la Figura 3). De forma correspondiente, la frecuencia (o conjunto de frecuencias) f_M se toma sustancialmente de la porción central de la banda L del conjunto de frecuencias del enlace directo (véase la Figura 3). En concierto con lo anterior, la frecuencia (o conjunto de frecuencias) f_o se toma sustancialmente de la porción más inferior de la banda L de frecuencias del enlace directo, por ejemplo próxima a 1525 MHz (véase la Figura 3).

De este modo de acuerdo con la Figura 9, si se está dando servicio a un radioteléfono dentro del anillo más exterior de la célula, ese radioteléfono se está sirviendo a través de la frecuencia f_o . Este radioteléfono, que está dentro del área más lejana desde el ATC, ha solicitado (presumiblemente) la máxima potencia de salida (o casi máxima) desde el ATC. En respuesta, a la petición de potencia de salida máxima (o casi máxima), el ATC usa su conocimiento a priori del mapeo de la potencia con la frecuencia, tal como la función escalera

de tres peldaños de la Figura 9. De este modo, el ATC sirve al radioteléfono con una frecuencia de bajo valor tomada de la porción inferior de la banda L móvil del conjunto de frecuencias del enlace directo, por ejemplo, tan próxima a 1525 como sea posible. Esto, entonces, puede proporcionar una salvaguarda adicional para cualquier unidad receptora de GPS que pueda estar en la vecindad del ATC.

Los ejemplos de la Figura 9 pueden considerarse como idealizados porque asocian áreas de anillos concéntricos con frecuencias portadoras (o conjuntos de frecuencias portadoras) utilizadas por un ATC que dar servicio a su área. En la realidad, áreas de anillos concéntricos generalmente no será el caso. Por ejemplo, un radioteléfono puede estar cerca del ATC que le está dando servicio, pero con una obstrucción significativa entre el radioteléfono y el ATC debido a una construcción. Este radioteléfono, incluso aunque relativamente cerca del ATC, puede también solicitar la potencia de salida máxima (o casi máxima) desde el ATC. Teniendo en cuenta esto, la Figura 10 puede representar un conjunto más realista de contornos de áreas que pueden estar asociadas con las frecuencias que se están usando por el ATC para dar servicio a su territorio. La frecuencia (o conjunto de frecuencias) f_i puede reutilizarse en las células de ATC inmediatamente adyacentes que pertenecen al espacio geográficamente limitado asociado con f_i con relación a la distancia entre los centros de las células. Esto también puede mantenerse para f_M .

Refiriéndonos ahora a la Figura 11, se describirán ahora otros segundos intervalos modificados de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite que pueden usarse por los ATC. Al menos una frecuencia en el segundo intervalo modificado de la banda de frecuencias del enlace directo del satélite que se transmiten por el ATC a los radioteléfonos comprende una trama que incluye una pluralidad de ranuras. En estos ejemplos, al menos dos ranuras contiguas en la trama que se transmite por el ATC a los radioteléfonos se dejan desocupadas. En otros ejemplos, tres ranuras contiguas en la trama que se está transmitiendo por el ATC a los radioteléfonos se dejan desocupadas. En otros ejemplos más, al menos dos ranuras contiguas en la trama que se transite por el ATC a los radioteléfonos se transmiten a una potencia más baja que el resto de ranuras en la trama. En otros ejemplos más, se transmiten tres ranuras contiguas en la trama por el ATC a los radioteléfonos a una potencia más baja que el resto de ranuras en la trama. En otros ejemplos más, las

ranuras de potencia más baja pueden usarse con los primeros radioteléfonos seleccionados que están relativamente cerca del ATC y/o están experimentando una obstrucción de la señal relativamente pequeña, y el resto de ranuras se transmiten a potencia más alta para los segundos radioteléfonos seleccionados que están relativamente lejos desde el ATC y/o que están experimentando una obstrucción de la señal relativamente alta.

Dicho de otra manera, de acuerdo con algunos ejemplos, sólo se utiliza una porción de la trama de TDMA. Por ejemplo, sólo se usan las cuatro primeras ranuras temporales (o las cuatro últimas, o cualesquiera cuatro contiguas) de una trama GSM de tasa plena para soportar el tráfico. Las restantes ranuras se dejan desocupadas (vacías). En estos ejemplos, puede perderse capacidad. Sin embargo, como se ha descrito anteriormente, para servicios de voz, puede invocarse GSM de la mitad de tasa o incluso un cuarto de tasa para obtener a cambio capacidad, con alguna degradación potencial en la calidad de voz. Las ranuras que no se utilizan, preferiblemente son contiguas, tales como de 0 hasta 3 o de 4 hasta 7 (o de 2 hasta 5). El uso de ranuras no contiguas tales como la 0, 2, 4 y 6, por ejemplo, puede ser menos deseable. La Figura 11 ilustra cuatro ranuras (4-7) que se están usando y cuatro ranuras contiguas (0-3) que están vacías en una trama GSM.

Se ha encontrado experimentalmente, de acuerdo con estos ejemplos de la invención, que los receptores GPS pueden funcionar significativamente mejor cuando el intervalo entre impulsos de interferencia se aumenta o se maximiza. Sin que esté sujeto a ninguna teoría de funcionamiento, este efecto puede deberse a la relación entre el periodo de repetición del código GPS C/A (1 meg.) y la duración del impulso GSM (alrededor de 0,577 mseg). Con una ocupación de la trama GSM que comprende ranuras alternas, cada uno de los periodos de código de la señal GPS puede experimentar al menos un "impacto", mientras que una ocupación de una trama GSM que comprende de cuatro a cinco ranuras contiguas permite al receptor GPS deducir suficiente información limpia de modo que "sobrevuela" a través de los eventos de error.

De acuerdo con otros ejemplos de la invención, los ejemplos de las Figuras 8-10 pueden combinarse con los ejemplos de la Figura 11. Además, de acuerdo con otros ejemplos, si una portadora f_1 de las Figuras 9 ó 10 se infrautiliza, debido a la huella relativamente pequeña de la región más interior de la célula, puede usarse para soportar tráfico adicional sobre la región más

exterior de la célula mucho más grande.

De este modo, por ejemplo, asumamos que sólo se están usando las cuatro primeras ranuras en cada trama de f_i para el tráfico de la región interior. En las Figuras 8-10, estas cuatro ranuras f_i transportan impulsos de potencia
5 relativamente bajos, por ejemplo del orden de 100 mW o menos, y pueden, por lo tanto parecer como (casi) desocupados desde un punto de vista de la interferencia. Cargar las cuatro ranuras temporales restantes (contiguas) de f_i con impulsos de potencia relativamente alta puede tener un efecto insignificante sobre el receptor de GPS ya que el receptor de GPS continuaría
10 funcionando de forma fiable en base al benigno intervalo de tiempo contiguo ocupado por los cuatro impulsos GSM de baja potencia. La Figura 12 ilustra una trama en una portadora f_i que soporta cuatro usuarios de baja potencia (intervalo interior) y cuatro usuarios de alta potencia (intervalo exterior). De hecho, la Figura puede ser una estrategia preferida para el conjunto de
15 frecuencias portadoras disponibles que están más cerca de la banda de GPS. Estos ejemplos pueden evitar la pérdida de capacidad indebida por cargar más por completo las frecuencias portadoras.

El hallazgo experimental de que la interferencia desde las portadoras GSM puede ser relativamente benigna para los receptores GPS suponiendo
20 que no se usen, por ejemplo, más de 5 ranuras por cada trama GSM de 8 ranuras en un modo contiguo puede ser muy útil. Puede ser particularmente útil ya que este hallazgo experimental puede mantenerse incluso cuando la frecuencia portadora de GSM se lleva muy cerca de la banda de GPS (tan cerca como 1558,5 MHz) y el nivel de potencia se fija relativamente alto. Por
25 ejemplo, con cinco ranuras temporales contiguas pobladas por trama, el peor caso de receptor GPS medido puede obtener al menos 30 dB de margen de de-sensibilización, sobre toda el área de servicio del ATC, incluso cuando el ATC está radiando a 1558,5 MHz. Con cuatro ranuras temporales contiguas por trama pobladas, puede obtenerse un margen de de-sensibilización de 10
30 dB adicionales para un total de 40 dB para el peor caso medido de receptor de GPS, incluso cuando el ATC está radiando a 1558,5 MHz.

Aún puede haber preocupación acerca de la pérdida potencial en la capacidad de la red (especialmente en el modo de datos) que puede incurrirse sobre el intervalo de frecuencias donde se usan las realizaciones de la Figura
35 11 para infra-poblar la trama. Además, incluso aunque las realizaciones de la

Figura 12 pueden evitar la pérdida de capacidad cargando totalmente la portadora, puede estar sujeto a la restricción de rellenar la trama tanto con usuarios de baja potencia como con usuarios de alta potencia. Además, si las portadoras del enlace directo están limitadas a 5 ranuras de alta potencia por trama, la máxima tasa de datos del enlace directo por portadora que puede obtenerse en un usuario particular, puede hacerse proporcionalmente menor.

Por lo tanto, en otros ejemplos, las portadoras que están sujetas a ranuras contiguas vacías/de baja potencia no se usan para el enlace directo. En cambio se usan para el enlace de retorno. Por consiguiente, en algunos ejemplos, al menos parte del ATC está configurado en el modo de frecuencia inversa en comparación con el SBC para permitir las máximas tasas de datos sobre el enlace directo a través de toda la red. Sobre el enlace de retorno de frecuencia inversa, un radioteléfono puede estar limitado a un máximo de 5 ranuras por trama, que pueden ser adecuadas para el enlace de retorno. Si se asignan cinco ranuras temporales disponibles por trama, sobre una portadora del enlace de retorno de frecuencia inversa a un radioteléfono o cinco radioteléfonos diferentes, pueden asignarse de forma contigua en estos ejemplos. Como se describió en conexión con la Figura 12, estas cinco ranuras contiguas pueden asignarse a usuarios de alta potencia mientras que las tres restantes ranuras pueden usarse para dar servicio a usuarios de baja potencia.

Otros ejemplos pueden basarse en el funcionamiento del ATC enteramente en el modo de frecuencia inverso en comparación con el SBC. En estas realizaciones, un ATC transmite sobre las frecuencias del enlace de retorno mientras que los radioteléfonos responden sobre las frecuencias del enlace directo del satélite. Si existe suficiente espectro contiguo para soportar las tecnologías CDMA, y en particular la normativa CDMA 3G emergente, el enlace directo del ATC puede basarse en el CDMA de Banda Ancha para aumentar o maximizar las capacidades de transferencia de datos. La interferencia con el GPS puede no ser un problema ya que los ATC transmiten sobre el enlace de retorno de satélite en estas realizaciones. En cambio, la interferencia puede hacerse un problema para los radioteléfonos. Sin embargo, en base a los ejemplos de las Figuras 11-12, los radioteléfonos pueden configurarse para transmitir GSM ya que se esperan tasas del enlace de retorno del ATC que, en cualquier caso, serán menores que las del enlace directo. Por consiguiente, el enlace de retorno del ATC puede emplear modos

de datos basados en GPRS, posiblemente incluso EDGE. De este modo, las portadoras del enlace de retorno que caen dentro de un intervalo de frecuencias predeterminado desde el extremo de la banda del GPS de 1559 MHz, pueden estar infra cargados, por las realizaciones de las Figuras 11 ó 12, para satisfacer los problemas de interferencia del GPS.

Finalmente, otros ejemplos pueden usar un modo de frecuencias inversas total o parcial y pueden usar CDMA sobre ambos enlaces directo y de retorno. En estos ejemplos, el enlace directo del ATC a los radioteléfonos utiliza las frecuencias del enlace de retorno del satélite (1626,5 MHz a 1660,5 MHz) mientras que el enlace de retorno del ATC desde los radioteléfonos usa las frecuencias del enlace directo del satélite (de 1525 MHz a 1559 MHz). El enlace directo del ATC puede basarse en una tecnología existente o en la tecnología CDMA en desarrollo (por ejemplo, IS-95, CDMA de Banda Ancha, etc.). El enlace de retorno de la red del ATC puede basarse también en una tecnología existente o de CDMA en desarrollo suponiendo que la salida de los radioteléfonos se controla para que cesen las transmisiones durante aproximadamente 3 mseg. una vez cada T mseg. En algunos ejemplos, T será mayor o igual que 6 mseg.

Este control puede no ser necesario para las portadoras del enlace de retorno del ATC en aproximadamente 1550 MHz o por debajo. Este control puede reducir o minimizar los efectos de la interferencia fuera de banda (desensibilización) para los receptores de GPS en la proximidad del ATC. Para aumentar el beneficio para el GPS, el control entre todos los radioteléfonos sobre toda un área de servicio del ATC puede estar sustancialmente sincronizado. Pueden derivarse beneficios adicionales para el GPS de la sincronización de control a nivel del sistema. Los ATC pueden instruir a todos los radioteléfonos activos que buscan el intervalo de control. Todos los ATC pueden sincronizarse mutuamente a través del GPS.

Arquitecturas de la Red Basada en el Espacio (SBN)

Como se ha descrito anteriormente, algunas realizaciones de la presente invención pueden emplear una Red Basada en el Espacio (SBN) y una Red Terrestre Auxiliar (ATN) que comunica ambas con una pluralidad de radioteléfonos que usan las frecuencias de los radioteléfonos de satélite. La SBN puede incluir uno o más Componentes Basados en el Espacio (SBC) y una o más puertas de enlace del satélite. La ATN puede incluir una pluralidad de

Componentes Terrestres Auxiliares (ATC). En algunos ejemplos, la SBN y la ATN pueden operar en la banda L (enlace del servicio directo de 1525 a 1559 Mhz y enlace del servicio de retorno de 1626,5 MHz a 1660,5 MHz). Además en algunos ejemplos, los radioteléfonos pueden ser similares a los terminales convencionales de mano celulares/tipo PCS que son capaces de los servicios de voz y/o paquetes de datos. En algunos ejemplos la reutilización terrestre de al menos parte del espectro de frecuencias de los móviles de satélites puede permitir a la SBN dar servicio a áreas de baja densidad que puede ser impráctico y/o antieconómico dar servicio a través de las redes terrestres convencionales, mientras que se permite a la ATN dar servicio a bolsas de áreas densamente pobladas que sólo pueden servirse eficazmente de forma terrestre. Los radioteléfonos pueden ser atractivos, ricos en características y/o de bajo costo, de forma similar a los celulares convencionales/terminales del tipo PCS que se ofrecen por los operadores sólo terrestres. Además, operando los modos de SBN y ATN sobre la misma banda de frecuencias, la cuenta de componentes en los radioteléfonos, por ejemplo en la sección de radiofrecuencia (RF) del extremo de entrada, puede reducirse. En particular, en algunos ejemplos, pueden usarse los mismos sintetizadores de frecuencia, los mismos filtros de RF, amplificadores de bajo ruido, amplificadores de potencia y los elementos de antena para las comunicaciones terrestres y de satélite.

Algunas realizaciones de arquitecturas de red basadas en el espacio de acuerdo con las realizaciones de la presente invención pueden ofrecer un margen del enlace significativo por encima de las condiciones de cielo despejado, representadas por un canal de Ruido Gaussiano Blanco Aditivo (AWGN), sin necesidad de cargar indeseablemente los propios radioteléfonos para conseguir este margen del enlace. En algunas realizaciones, la SBN puede emplear reflectores relativamente grandes, por ejemplo del orden de aproximadamente 24 metros de diámetro, que pueden producir haces puntuales ágiles relativamente pequeños, de alta ganancia. Los procesadores digitales en el componente basado en el espacio y/o en las puertas de enlace de los satélites pueden usarse para mejorar o para optimizar el funcionamiento con respecto a cada usuario individual.

En general, las redes basadas en el espacio para un sistema de radioteléfonos de satélite de acuerdo con la invención incluyen al menos un satélite sólo-receptor y al menos un satélite transmisor y receptor. Se

entenderá que los términos "receptor" y "transmisor" se usan con relación a los radioteléfonos con base en la tierra y que un satélite sólo-receptor y un satélite sólo transmisor también pueden transmitir a una puerta de enlace y recibir desde la misma o desde otra estación terrestre. El, al menos uno, satélite sólo-receptor se configura para recibir comunicaciones inalámbricas desde un radioteléfono en una localización predeterminada sobre una banda de frecuencias de satélite. El, al menos uno, satélite transmisor se configura para transmitir comunicaciones inalámbricas al radioteléfono en la localización predeterminada sobre la banda de frecuencias del satélite. Proporcionando al menos un satélite sólo-receptor, los márgenes del enlace pueden mejorarse comparados con el uso de un satélite convencional transmisor y receptor de tamaños de antenas comparables, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención. Por consiguiente, algunas realizaciones de la invención proporcionan una red basada en el espacio para un sistema de radioteléfonos de satélite que comprende más satélites receptores que satélites transmisores.

La Figura 13 ilustra conceptualmente una arquitectura de red basada en el espacio que no está de acuerdo con la presente invención. Como se muestra en la Figura 13, al menos un satélite sólo transmisor (solo-TX) 1310 y al menos un satélite sólo-receptor (solo-RX) 1320a, 1320b, se usan para comunicar con los radioteléfonos tales como el radioteléfono 1330. Como también se muestra en la Figura 13, una red basada en el espacio puede incluir un único satélite de sólo-TX 1310 y un primer y un segundo satélites de sólo-RX 1320a, 1320b, también denominados como satélite de sólo-RX 1 y satélite de sólo-RX 2, respectivamente. Finalmente, como también se muestra en la Figura 13, el primer satélite de sólo-RX 1320a puede co-situarse con el satélite de sólo-TX 1310, y el segundo satélite sólo-RX 1320b puede situarse en una ranura orbital diferente.

Refiriéndonos de nuevo a la Figura 13, cada una de las antenas del satélite sólo-RX 1340a-1340d pueden ser de aproximadamente 24 metros de diámetro. Esto puede proporcionar una apertura del enlace de retorno agregado basado en el espacio con un diámetro equivalente de aproximadamente 40 metros. Las antenas de los satélites de sólo-RX 1340a-1340d pueden ser del mismo tamaño o de tamaños diferentes. Esta apertura efectiva del enlace de retorno, relativamente grande, puede usarse para permitir a la SBN acomodar una Potencia Radiada Isotrópica Efectiva (EIRP)

relativamente baja sobre los radioteléfonos 1330, por ejemplo de aproximadamente -6dBw.

El satélite de sólo-TX 1310 puede contener un procesador digital a bordo que puede realizar diversas funciones, tales como la canalización del enlace alimentador, filtrado, encaminamiento del rayo y/o formación digital del rayo. Tales funciones ya se han implementado en el satélite Thuraya que está proporcionando servicio actualmente en el Medio Este, y son bien conocidas por los especialistas en la técnica. Por lo tanto, estas funciones no necesitan describirse con detalle adicional en este documento.

Refiriéndonos de nuevo a la Figura 13, cada antena de recepción 1340a-1340d de cada satélite de sólo-RX 1320a, 1320b recibe energía de Polarización Circular de Mano Izquierda (LHCP) y energía de Polarización Circular de Mano Derecha (RHCP). Esto puede recibirse, ya que el radioteléfono 1330 puede radiar energía polarizada linealmente, que contiene la mitad de su energía en LHCP y la restante mitad en RHCP.

Cada uno de los satélites de sólo-RX 1320a, 1320b pueden contener hasta cuatro procesadores digitales. En cada satélite 1320a o 1320b, un primer procesador digital puede configurarse para operar sobre la señal agregada recibida por la primera antena, por ejemplo la antena 1340a ó 1340c, en LHCP, y realizar las funciones de la canalización de la señal, filtrado, formación del rayo y/o encaminamiento de señales al enlace alimentador. Un segundo procesador puede estar configurado para realizar las funciones idénticas que el primero, pero sobre la señal RHCP recibida por la primera antena, tal como la antena 1340a ó 1340c. Los restantes dos procesadores pueden configurarse para repetir estas funciones sobre las señales RHCP y LHCP de la segunda antena de sólo-RX, tal como la antena 1340b y 1340d. La totalidad de los ocho conjuntos de señales recibidas desde ambos satélites sólo-RX 1320a y 1320b, pueden enviarse a través de uno o más enlaces de alimentador a una o más puertas de enlace para combinar, como ahora se describirá.

La Figura 14 es un diagrama de bloques de porciones de la red basada en el espacio que ilustra cómo pueden combinarse las señales desde el satélite 1 de sólo-RX 1320a y del satélite 2 de sólo-RX 1320b. Ejemplos de la Figura 14 asumen que el ancho de banda del enlace alimentador disponible, desde un satélite sólo-RX 1320a, 1320b a la puerta de enlace es de X MHz, pero se desean Y MHz para transportar las señales a la puerta de enlace, donde Y es

mayor que X.

Como se muestra en la Figura 14, los primeros X MHz del espectro de la señal LHCP 1410a, recibida desde la antena 1 del satélite 1 de sólo-RX 1340a a través del primer procesador, y los primeros X MHz correspondientes del espectro de la señal RHCP 1410b también recibida por la antena 1 del satélite 1 de sólo-RX 1340a a través del segundo procesador, se mapean en las dimensiones de fase (I) y cuadratura (Q) de una primera portadora. En otros ejemplos, los X MHz del espectro de la señal que se mapea dentro de las dimensiones I y Q de la portadora no necesitan ser una señal RHCP recibida por la antena 1 del satélite 1. En cambio, pueden ser los X MHz correspondientes del espectro de señal (LHCP o RHCP) desde la antena 2 del satélite 1, 1340b. En algunos ejemplos, puede usarse cualquier mapeo apropiado de las señales procedentes de las antenas del satélite sólo-RX 1340a-1340b, por ejemplo, utilizando tantas polarizaciones ortogonales y/o dimensiones como sea posible, sobre el mismo ancho de banda de alimentador disponible, de modo que reduce o minimiza el número de puertas de enlace o la diversidad de sitios que se usan en tierra para transportar las señales deseadas para el procesamiento de las mismas.

Volviendo de nuevo a la Figura 14, la portadora en cuadratura de ancho de banda de X MHz puede transportarse a una primera puerta de enlace 1440a, sobre los X MHz del ancho de banda del enlace alimentador disponibles, usando una orientación polarizada verticalmente (V). Al mismo tiempo, los primeros X MHz del espectro de la señal LHCP 1410c procedentes de la antena 2 del satélite 1 de sólo-RX, 1340b a través del tercer procesador, y un primer espectro de señal RHCP 1410d desde la antena 2 del satélite 1 de sólo-RX 1340b a través del cuarto procesador, se mapean dentro de las dimensiones I y Q de una segunda portadora, en la misma frecuencia que la primera portadora y se transportan al mismo tiempo a la primera puerta de enlace 1440a sobre los X MHz del ancho de banda del enlace alimentador disponible usando una orientación polarizada horizontalmente (H). El medio de transmisión se indica esquemáticamente por el nodo sumador 1430 para indicar una concurrencia de las señales polarizadas horizontalmente y verticalmente en el medio de transmisión.

Este mapeo sobre las portadoras de ancho de banda de X MHz en las dimensiones I y Q pueden repetirse hasta n veces, como se muestra en la

Figura 14 por los nodos sumadores 1420a, 1420b, para transmitir todo el ancho de banda de la señal recibida por el satélite de sólo-RX 1320a correspondiente a todas las células de satélite de cada polarización (LHCP y RHCP) de cada antena. Por consiguiente, los procesadores y los nodos sumadores 1420a y
5 1420b, junto con otros componentes convencionales tales como dispositivos de traslación de frecuencia, desplazamiento de fase, y/o filtros, pueden comprender un generador de señal del enlace alimentador de acuerdo con algunos ejemplos, que se configuran para combinar señales que se reciben por las antenas primera y segunda de sólo recepción 1340a, 1340b dentro de la
10 señal del enlace alimentador 1490 que se transmite sobre al menos una portadora en una pluralidad de dimensiones ortogonales.

Refiriéndonos aún a la Figura 14, pueden tener lugar operaciones similares con respecto a segundo satélite de sólo-RX 1320b. Este mapeo sólo se muestra de forma general en la Figura 14 en 1450, en beneficio de la
15 claridad. Puede proporcionarse una pluralidad de puertas de enlace 1440a-1440n para reutilizar espacialmente el mismo espectro del enlace alimentador disponible, hasta n veces en la Figura 14, y de este modo transportar todas las señales del receptor de satélite hacia tierra, para su demodulación y combinación. De este modo, las puertas de enlace 1440a-1440n pueden
20 funcionar como sitio de reutilización de frecuencias, así como proporcionar para diversidad de combinaciones, como se describirá más adelante. Se entenderá que si Y es menor o igual que X, puede que sólo se necesite usar una localización de puerta de enlace 1440. Además, también se entenderá que pueden usarse otros esquemas de polarización en las diversas etapas de la
25 Figura 14, en lugar de la polarización LHCP/RHCP y/o V/H.

Ahora se describirán la demodulación y combinación de las señales recibidas para cada uno de los usuarios. En particular, en algunos ejemplos, una señal de un usuario determinado alcanzará la tierra a través de la pluralidad de polarizaciones (LHCP y RHCP) de cada antena de satélite, a
30 través de la pluralidad de antenas de satélites 1340a-1340d de cada uno de los satélites de sólo-RX 1320a-1320b y a través de la pluralidad de satélites de sólo-RX 1320a-1320b. Además, una pluralidad de rayos de satélite (células) de cada polarización, de cada antena, y de cada uno de los satélites de sólo-RX pueden contribuir a la componente de señal deseada con relación a un usuario
35 determinado, particularmente cuando el usuario está cerca geográficamente de

la intersección de dos o más rayos de satélites. De este modo, las realizaciones de la demodulación y combinación pueden incluir el procesamiento de múltiples componentes de señales que se reciben por las diversas antenas de satélite de sólo-RX 1340a-1340d desde un radioteléfono determinado 1330, para reconstruir las comunicaciones inalámbricas desde el radioteléfono.

En un ejemplo, pueden recibirse contribuciones de señal útil de hasta tres células en un plan de reutilización de frecuencias de siete células. Además, en las realizaciones de las Figuras 13 y 14, hay dos polarizaciones por célula, dos antenas por satélite, y un total de dos satélites de sólo-RX. De este modo puede haber $3 \times 2 \times 2 \times 2$ ó 24 componentes de señal por usuario que pueden combinarse en algunos ejemplos. En algunos ejemplos, cada uno de la pluralidad de componentes de señal puede ponderarse de acuerdo con, por ejemplo, al menos un índice de funcionamiento del error cuadrático medio mínimo, y a continuación sumarse, por ejemplo, en un mezclador de tal como un mezclador óptimo 1460, para obtener la salida de señal recibida S , mostrada en la Figura 14. La etapa de decisión del receptor 1470 puede usarse a continuación para generar estimaciones del símbolo $\hat{S}$.

Finalmente, como se ha descrito anteriormente al transportar una pluralidad de segmentos de señal de X MHz a tierra, cada uno de los sitios de puerta de enlace 1440a-1440n pueden recibir también interferencia entre las dimensiones I y Q (también denominada como interferencia de cruce de vía) o interferencia de cruce de polarización entre las polarizaciones vertical y horizontal, debidas por ejemplo a las características no ideales del paso banda del canal y/o del sistema.

Para reducir o minimizar estas interferencias, pueden transmitirse algunos símbolos conocidos sobre al menos algunas de las dimensiones ortogonales que se describieron anteriormente, para posibilitar un receptor adaptativo en un sitio de puerta de enlace, para compensar al menos en parte para cualquiera de tales efectos. En otros ejemplos, la pre-compensación puede realizarse para características del paso banda no ideal del canal y/o sistema en el satélite, antes de la transmisión sobre un enlace alimentador. Cuando se usa la pre-compensación, la información de error puede enviarse de vuelta al satélite desde un sitio de puerta de enlace de procesamiento.

En aún otros ejemplos, la cabecera de los símbolos conocidos, como se

ha descrito anteriormente, puede evitarse apoyándose en las decisiones del receptor. Sin embargo, la fiabilidad del proceso de demodulación del receptor puede incrementarse transportando símbolos conocidos. Además, la cabecera debida a una secuencia de símbolos conocidos puede ser pequeña, ya que el canal del enlace alimentador generalmente es cuasi estático.

La Figura 15 ilustra conceptualmente las arquitecturas de red basadas en el espacio de acuerdo con la presente invención. Como se muestra en la Figura 15, estas realizaciones de la presente invención incluyen al menos un satélite sólo-receptor y al menos un satélite transmisor y receptor. En particular, en algunas realizaciones, se colocan un primer satélite sólo-receptor 1510a y un primer satélite transmisor y receptor 1520a, por ejemplo en la ranura orbital 101° O. Un segundo satélite sólo-receptor 1510b y un segundo satélite transmisor y receptor 1520b también se colocan conjuntamente, por ejemplo en la ranura orbital 107,3° O.

Además, en algunas otras realizaciones de la invención, como también se ilustran en la Figura 15, los satélites de transmisor y receptor 1520a, 1520b pueden incluir cada uno una primera antena respectiva 1540a, 1540c, que se configura como antena de sólo recepción, y una segunda antena respectiva 1540b, 1540d que se configura para realizar tanto funciones de transmisor como de receptor. En otras realizaciones más de la invención, la segunda antena 1540b, 1540d puede estar configurada para realizar funciones de sólo transmisor. En otras realizaciones más, la primera antena como una antena de sólo transmisión. En otras realizaciones más, la primera antena 1540a, 1540c también pueden estar configuradas para realizar funciones de transmisor y receptor. En todas las realizaciones, las antenas pueden ser del mismo y/o de diferentes tamaños.

Las realizaciones de la Figura 15 también pueden usarse para obtener un margen del enlace de retorno (enlace ascendente) relativamente alto. Por ejemplo, se hará una comparación con relación al satélite Thuraya. Ahora se mostrará que puede obtenerse un margen del enlace de retorno de aproximadamente 13 dB mayor usando arquitecturas basadas en el espacio de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

En particular, asumiendo un único satélite con una antena única de 24 metros de diámetro, pueden obtenerse aproximadamente 4 dB de margen adicional prácticamente con relación a la antena Thuraya de 12 metros. Sin

embargo, como se muestra en la Figura 15, si el satélite 1520a tiene dos antenas de recepción 1540a, 1540b, el margen del enlace de retorno puede aumentarse en 3 dB adicionales, para un total de 7 dB sobre Thuraya, asumiendo que ambas antenas 1540a, 1540b sobre el satélite 1520a son del mismo tamaño y que se realiza la combinación de sus salidas. De este modo, usando sólo un satélite único 1520a de la Figura 15, con una antena de 24 metros de transmisor y receptor de propósito dual 1540b, y una antena de 24 metros de sólo-receptor 1540a, las realizaciones de la presente invención pueden obtener un margen del enlace de retorno de 7 dB más del que puede obtenerse en el sistema Thuraya.

La adición del primer satélite sólo-receptor 1510a puede añadir 3 dB más al margen del enlace anterior, ya que incluye dos antenas adicionales de la banda L de sólo-recepción de 24 metros. Finalmente, los satélites 1520b y 1510b pueden añadir 3 dB más a lo anterior, para un total de 13 dB por encima del que puede obtenerse con Thuraya sin tener que considerar incluso diversidad de ganancias.

Como se ha descrito anteriormente en conexión con la Figura 14, cada una de las antenas de recepción del satélite puede asumirse que están recibiendo tanto en RHCP como LHCP. Las polarizaciones pueden combinarse de modo similar a lo descrito en la Figura 14.

En los dibujos y memoria descriptiva, se han desvelado realizaciones de la invención y aunque se han empleado términos específicos, se han usado sólo en un sentido genérico y descriptivo y no para propósitos de limitación, mostrándose el alcance de la invención en las siguientes reivindicaciones.

25

REIVINDICACIONES

1. Una red con base en el espacio para un sistema de radioteléfonos de satélite que comprende:
 - 5 al menos un satélite transmisor y receptor (1520a) que está configurado para transmitir comunicaciones inalámbricas del enlace descendente directamente a un radioteléfono (1330) sobre un enlace de servicio directo y para recibir comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente directamente desde el radioteléfono (1330) sobre un enlace del servicio de retorno,
 - 10 caracterizado porque la red comprende además:
 - al menos un satélite sólo-receptor (1510a) que está configurado para recibir comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente directamente desde el radioteléfono (1330) sobre un enlace del servicio de retorno, pero no para transmitir comunicaciones inalámbricas del enlace descendente directamente al
 - 15 radioteléfono (1330) sobre un enlace de servicio directo,
 - de modo que el, al menos uno, satélite sólo-receptor (1510a) aumenta el margen del enlace de las comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente desde el radioteléfono (1330) sobre el que se proporciona por al menos un satélite transmisor y receptor (1520a), pero no impacta en el margen del enlace
 - 20 de las comunicaciones inalámbricas del enlace descendente para el radioteléfono (1330) sobre que se proporciona por el, al menos uno, satélite transmisor y receptor (1520a).
2. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 1 en la
- 25 que el, al menos uno, satélite sólo-receptor consiste de dos satélites de sólo-receptor (1510a, 1510b).
3. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 1 en la
- 30 que el, al menos uno, satélite sólo-receptor comprende de una primera y una segunda antenas de recepción.
4. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 2 en la
- que al menos uno de los dos satélites de sólo-receptor comprende una primera y una segunda antena de recepción.

5. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 1 en la que el, al menos uno, satélite sólo-receptor y/o el, al menos uno, satélite transmisor y receptor comprende al menos una antena de recepción que es aproximadamente de 24 metros de diámetro.
- 5
6. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 1 en la que el, al menos uno, satélite transmisor y receptor consiste de un único satélite transmisor y receptor que está sustancialmente colocado en una ranura orbital con un satélite sólo-receptor
- 10
7. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 2 en la que el, al menos uno, satélite transmisor y receptor consiste de dos satélites de transmisor y receptor, el respectivo de los cuales está sustancialmente colocado en una ranura orbital con un satélite sólo-receptor respectivo.
- 15
8. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 1 en la que el, al menos uno, satélite transmisor y receptor comprende una antena de transmisión y una antena de recepción.
- 20
9. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 1 en la que el, al menos uno, satélite transmisor y receptor comprende una antena de transmisión y recepción y una antena de recepción.
- 25
10. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 7 en la que al menos uno de los dos satélites de transmisor y receptor comprende una antena del enlace del servicio de transmisión y una antena del enlace del servicio de recepción; en la que la antena del enlace del servicio de transmisión está separada de la antena del enlace del servicio de recepción.
- 30
11. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 7, en la que al menos uno de los dos satélites de transmisor y receptor comprende una antena del enlace del servicio integrado que comprende ambas funciones de transmisión y recepción.
- 35
12. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 1 que

comprende además:

al menos una puerta de enlace que está configurada para comunicar con el, al menos uno, satélite sólo-receptor y con el, al menos uno, satélite transmisor y receptor.

5

13. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 1 que comprende además un generador de la señal del enlace alimentador que está configurada para combinar las señales que se reciben por una antena dentro de una señal del enlace alimentador que se transmite a la puerta de enlace en una pluralidad de dimensiones ortogonales y/o polarizaciones substancialmente.

10

14. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 13 que comprende además:

15

una puerta de enlace que está configurada para recibir la señal del enlace alimentador.

15. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 13 en la que el ancho de banda de la señal del enlace alimentador es mayor o igual que el ancho de banda agregado de las señales que se reciben por la antena.

20

16. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 13 que comprende además:

25

una pluralidad de puertas de enlace, cada una de las cuales está configurada para recibir una señal del enlace alimentador.

17. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 13 en la que las señales que se reciben por la antena tienen un ancho de banda agregado que es mayor que el ancho de banda de la señal del enlace alimentador.

30

18. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 16 que comprende además un mezclador que está configurado para combinar una pluralidad de señales del enlace alimentador que se reciben en una pluralidad de puertas de enlace respectivas para reconstruir las comunicaciones

35

inalámbricas del enlace ascendente desde el radioteléfono.

19. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 1 que comprende además:

5 una red terrestre auxiliar que está configurada para comunicar inalámbricamente con al menos un radioteléfono que usa al menos algunas frecuencias del enlace de servicio de la red basada en el espacio.

10 20. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 1 en la que:

el, al menos uno, satélite sólo-receptor comprende un primer satélite sólo receptor (1510a) que se configura para recibir comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente directamente desde el radioteléfono (1330) sobre un enlace del servicio de retorno, pero no para transmitir comunicaciones inalámbricas del enlace descendente directamente al radioteléfono sobre un enlace de servicio directo, y un segundo satélite sólo-receptor (1510b) que está configurado para recibir las comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente directamente desde el radioteléfono (1330) sobre un enlace del servicio de retorno, pero no para transmitir comunicaciones inalámbricas del enlace descendente directamente a un radioteléfono sobre un enlace del servicio directo; y

el, al menos un satélite transmisor y receptor comprende un primer satélite transmisor y receptor (1520a) que está colocado con el primer satélite sólo-receptor en una primera ranura orbital y está configurado para transmitir comunicaciones inalámbricas del enlace descendente directamente al radioteléfono (1330) sobre un enlace de servicio directo y para recibir comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente directamente desde el radioteléfono sobre un enlace del servicio de retorno, y un segundo satélite transmisor y receptor (1520b) que está colocado con el segundo satélite sólo-receptor en una segunda ranura orbital y está configurado para recibir comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente directamente desde el radioteléfono (1330) sobre un enlace del servicio de retorno.

de modo que el primer y el segundo satélites de sólo-receptor aumentan el margen del enlace de las comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente desde el radioteléfono sobre el que se proporciona por el primer y

segundo satélites transmisor y receptor, pero no impacta en el margen del enlace de las comunicaciones inalámbricas del enlace descendente al radioteléfono sobre el que se proporciona por el primer y segundo satélites de transmisor y receptor.

5

21. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 20 en la que al menos un satélite sólo-receptor comprende una primera y una segunda antenas de recepción del enlace del servicio.

10

22. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 20 en la que al menos un satélite comprende al menos una antena de recepción que es de aproximadamente 24 metros de diámetro.

15

23. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 20 en la que una porción basada en el espacio de la red con base en el espacio consiste del primer y segundo satélites de sólo-receptor y el primer y segundo satélites de transmisor y receptor.

20

24. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 20 en la que al menos uno del primer y segundo satélites de transmisor y receptor comprenden una antena del enlace del servicio de transmisión y una antena del enlace del servicio de recepción; en el que la antena del enlace del servicio de transmisión está espaciado de la antena del enlace del servicio de recepción.

25

25. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 20 en la que al menos uno del primer y segundo satélites de transmisor y receptor comprende una antena integrada del enlace del servicio que comprende tanto funciones de transmisión como de recepción.

30

26. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 20 que comprende además:

al menos una puerta de enlace que está configurada para comunicar con el primer y segundo satélite sólo-receptor y con el primer y segundo satélites de transmisor y receptor.

35

27. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 20 que comprende además un generador de señal del enlace alimentador que está configurado para combinar las señales que se reciben por una antena dentro de una señal del enlace alimentador que se transmite a una puerta de enlace en una pluralidad de dimensiones ortogonales y/o polarizaciones substancialmente.
28. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 27, que comprende además:
- una puerta de enlace que está configurada para recibir la señal del enlace alimentador.
29. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 28 en la que el ancho de banda de la señal del enlace alimentador es mayor o igual que el ancho de banda agregado de las señales que se reciben por la antena.
30. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 27 que comprende además:
- una pluralidad de puertas de enlace, cada una de las cuales está configurada para recibir una señal del enlace alimentador.
31. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 27 en la que las señales que se reciben por la antena tienen un ancho de banda agregado que es mayor que el ancho de banda de la señal del enlace alimentador.
32. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 30 que comprende además un mezclador que está configurado para combinar una pluralidad de señales del enlace alimentador que se reciben en una pluralidad respectiva de puertas de enlace para reconstruir las comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente desde el radioteléfono.
33. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 20 que comprende además:
- una red terrestre auxiliar que está configurada para comunicar de forma

inalámbrica con al menos un radioteléfono usando al menos algunas frecuencias del enlace del servicio de la red basada en el espacio.

34. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 1 en la que:

el, al menos uno, satélite sólo-receptor comprende un primer satélite sólo-receptor (1510a) que está configurado para recibir comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente directamente desde el radioteléfono (1330) sobre un enlace del servicio de retorno, pero no para transmitir comunicaciones inalámbricas del enlace descendente directamente al radioteléfono (1330) sobre un enlace del servicio directo, y un segundo satélite sólo-receptor (1510b) que está configurado para recibir las comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente directamente desde el radioteléfono sobre un enlace del servicio de retorno, pero no para transmitir comunicaciones inalámbricas del enlace descendente directamente a un radioteléfono sobre un enlace del servicio directo;

el, al menos uno, satélite transmisor y receptor comprende un satélite transmisor y receptor (1520a) que está colocado con el primer satélite sólo-receptor en una primera ranura orbital y está configurado para transmitir comunicaciones inalámbricas del enlace descendente directamente al radioteléfono sobre un enlace del servicio directo y para recibir las comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente desde el radioteléfono (1330) directamente sobre un enlace del servicio de retorno; y el segundo satélite sólo-receptor está localizado en una segunda ranura orbital.

de modo que el primero y segundo satélites de sólo receptor aumentan el margen del enlace de las comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente desde el radioteléfono sobre el que se proporciona por el satélite transmisor y receptor, pero no impacta en el margen del enlace de las comunicaciones inalámbricas del enlace descendente al radioteléfono sobre el que se proporciona por el satélite transmisor y receptor.

35. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 34 en la que al menos un satélite sólo-receptor comprende antenas primera y segunda de recepción.

36. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 34 en la que al menos un satélite comprende al menos una antena de recepción que es de aproximadamente 24 metros de diámetro.
- 5 37. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 34 en la que la porción con base en el espacio de la red basada en el espacio consiste del primer y segundo satélites de sólo-receptor y el satélite transmisor y receptor.
- 10 38. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 34 en la que el satélite transmisor y receptor comprende una antena de transmisión y una antena de recepción.
- 15 39. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 34 en la que el satélite transmisor y receptor comprende una antena del enlace del servicio de transmisión y una antena del enlace del servicio de recepción.
40. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 34 que comprende además:
- 20 al menos una puerta de enlace que está configurada para comunicar con el primer y segundo satélites de sólo-receptor y el satélite transmisor y receptor.
41. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 34 que comprende además un generador de la señal del enlace alimentador que se configura para combinar las señales que se reciben por una antena dentro de una señal del enlace alimentador que se transmite a una puerta de enlace en una pluralidad de dimensiones ortogonales y/o polarizaciones substancialmente.
- 30 42. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 41 que comprende además:
- una puerta de enlace que está configurada para recibir la señal del enlace alimentador.

43. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 41 en la que el ancho de banda de la señal del enlace alimentador es mayor o igual que el ancho de banda agregado de las señales que se reciben por la antena.
- 5 44. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 41 que comprende además:
una pluralidad de puertas de enlace, cada una de las cuales está configurada para recibir una señal del enlace alimentador.
- 10 45. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 41 en la que las señales que se reciben por la antena tienen un ancho de banda agregado que es mayor que el ancho de banda de la señal del enlace alimentador.
- 15 46. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 44 que comprende además un mezclador que está configurado para combinar una pluralidad de señales del enlace alimentador que se reciben en una pluralidad respectiva de puertas de enlace para reconstruir las comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente desde el radioteléfono.
- 20 47. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 34 que comprende además:
una red terrestre auxiliar que está configurada para comunicar de forma inalámbrica con al menos un radioteléfono usando al menos algunas
25 frecuencias del enlace del servicio de la red basada en el espacio.
48. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 1, en la que al menos un satélite está configurado además para recibir comunicaciones inalámbricas desde el radioteléfono sobre al menos dos patrones de antena.
- 30 49. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 48 que comprende además:
una puerta de enlace que está configurada para combinar señales recibidas sobre los, al menos dos patrones de antena sobre una base por
35 usuario.

50. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 20 en la que al menos un satélite está configurado para recibir comunicaciones inalámbricas desde el radioteléfono sobre al menos dos patrones de antena.

5

51. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 50 que comprende además:

una puerta de enlace que está configurada para combinar las señales recibidas sobre al menos dos patrones de antena sobre una base por usuario.

10

52. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 34, en la que al menos un satélite está configurado para recibir comunicaciones inalámbricas desde el radioteléfono sobre al menos dos patrones de antena.

15

53. Una red basada en el espacio de acuerdo con la Reivindicación 52 que comprende además:

una puerta de enlace que está configurada para combinar las señales recibidas sobre los, al menos dos patrones de antena sobre una base por usuario.

20

54. Un método para proporcionar comunicaciones inalámbricas, comprendiendo el método:

recibir comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente desde un radioteléfono directamente sobre un enlace del servicio de retorno usando un satélite transmisor y receptor (1520a) que está configurado para transmitir al radioteléfono (1330) y para recibir desde el radioteléfono

25

caracterizado porque el método comprende además:

recibir comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente desde el radioteléfono (1330) directamente sobre un enlace del servicio de retorno usando un satélite sólo-receptor (1510a) que está configurado para recibir desde el radioteléfono y no para transmitir al radioteléfono,

30

de modo que la recepción de las comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente usando el satélite sólo-receptor aumenta el margen del enlace de las comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente desde el radioteléfono sobre el que se proporciona recibiendo las comunicaciones

35

inalámbricas del enlace ascendente usando el satélite transmisor y receptor, pero no impacta en el margen del enlace de las comunicaciones inalámbricas del enlace descendente al radioteléfono que se proporcionan por el satélite transmisor y receptor.

5

55. El método de la reivindicación 54, que comprende además:

recibir las comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente usando al menos uno de dichos satélites de sólo-recepción;

10 en el que cada uno de los, al menos uno, satélite sólo-receptor está configurado para recibir desde el radioteléfono y no para transmitir al radioteléfono y en el que recibir las comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente comprende recibir directamente desde el radioteléfono sobre al menos uno de dichos enlaces del servicio de retorno;

15 transmitir las comunicaciones inalámbricas del enlace descendente usando al menos uno de dichos satélites transmisor y receptor; en el que cada uno del, al menos uno, satélite transmisor y receptor está configurado para transmitir al radioteléfono y para recibir del radioteléfono y en el que la transmisión de comunicaciones inalámbricas del enlace descendente comprende transmitir directamente desde el, al menos uno, satélite receptor y

20 transmisor al radioteléfono sobre al menos un enlace del servicio directo; y

recibir comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente directamente desde el radioteléfono sobre al menos uno de dichos enlaces del servicio de retorno usando, al menos uno, dicho satélite transmisor y receptor, de modo la recepción de las comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente usando

25 el, al menos uno, satélite sólo-receptor aumenta el margen del enlace de las comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente desde el radioteléfono sobre el que se proporciona por la recepción de comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente usando el, al menos uno, satélite transmisor y receptor, pero no impacta en el margen del enlace de la transmisión de las

30 comunicaciones inalámbricas del enlace descendente a los radioteléfonos sobre el que se proporciona por la transmisión de las comunicaciones inalámbricas del enlace descendente usando el, al menos uno, satélite transmisor y receptor.

35 56. Un método de acuerdo con la Reivindicación 55, en el que el, al menos

uno, satélite sólo-receptor consiste de dos satélites de sólo-receptor.

57. Un método de acuerdo con la Reivindicación 55, en el que el, al menos uno, satélite-receptor comprende una primera y una segunda antenas de recepción.

58. Un método de acuerdo con la Reivindicación 56, en el que al menos uno de los dos satélites de sólo-receptor comprende una primera y una segunda antenas de recepción.

59. Un método de acuerdo con la Reivindicación 55, en el que al menos un satélite sólo-receptor y/o el, al menos uno, satélite transmisor y receptor comprende al menos una antena de recepción siendo esta de aproximadamente 24 metros de diámetro.

60. Un método de acuerdo con la Reivindicación 55, en el que el, al menos uno, satélite transmisor y receptor consiste de un único satélite transmisor y receptor que está sustancialmente colocado en una ranura orbital con un satélite sólo-receptor.

61. Un método de acuerdo con la Reivindicación 56, en el que el, al menos uno, satélite transmisor y receptor consiste de dos satélites transmisor y receptor, el respectivo de los cuales está colocado substancialmente en una ranura orbital con el satélite sólo-receptor respectivo.

62. Un método de acuerdo con la Reivindicación 55, en el que el, al menos uno, satélite transmisor y receptor comprende una antena de transmisión y una antena de recepción.

63. Un método de acuerdo con la Reivindicación 55, en el que el, al menos uno, satélite transmisor y receptor comprende una antena de transmisión y recepción y una antena de recepción.

64. Un método de acuerdo con la Reivindicación 61, en el que al menos uno de los dos satélites de transmisor y receptor comprende una antena del enlace

del servicio de transmisión y una antena del enlace del servicio de recepción; en el que la antena del enlace del servicio de transmisión está separada de la antena del enlace del servicio de recepción.

- 5 65. Un método de acuerdo con la Reivindicación 61, en el que al menos uno de los dos satélites de transmisor y receptor comprende una antena del enlace del servicio integrado que comprende ambas funciones de transmisión y de recepción.
- 10 66. Un método de acuerdo con la Reivindicación 55, que comprende además:
comunicar entre al menos una puerta de enlace y el, al menos uno satélite sólo-receptor y entre la, al menos una, puerta de enlace y el, al menos uno, satélite transmisor y receptor.
- 15 67. Un método de acuerdo con la Reivindicación 55, que comprende además:
combinar las señales que se reciben por una antena dentro de la señal del enlace alimentador que se transmite a la puerta de enlace en una pluralidad
20 de dimensiones ortogonales y/o polarizaciones substancialmente.
68. Un método de acuerdo con la Reivindicación 67, que comprende además:
recibir en la puerta de enlace la señal del enlace alimentador.
- 25 69. Un método de acuerdo con la Reivindicación 67, en el que el ancho de banda de la señal de enlace alimentador es mayor o igual que el ancho de banda agregado de las señales que se reciben por la antena.
- 30 70. Un método de acuerdo con la Reivindicación 67, que comprende además:
recibir en una pluralidad de puertas de enlace, cada una de las cuales está configurada para recibir una señal del enlace alimentador.
- 35 71. Un método de acuerdo con la Reivindicación 67, en el que las señales

que se reciben por la antena tienen un ancho de banda agregado que es mayor que el ancho de banda de la señal del enlace alimentador.

5 72. Un método de acuerdo con la Reivindicación 70, que comprende además:

combinar una pluralidad de señales del enlace alimentador que se reciben en una pluralidad de puertas de enlace respectivas para reconstruir las comunicaciones inalámbricas del enlace ascendente desde el radioteléfono.

10 73. Un método de acuerdo con la Reivindicación 55, que comprende además:

proporcionar comunicaciones terrestres usando frecuencias del enlace del servicio de una red basada en el espacio.

15

FIG. 1

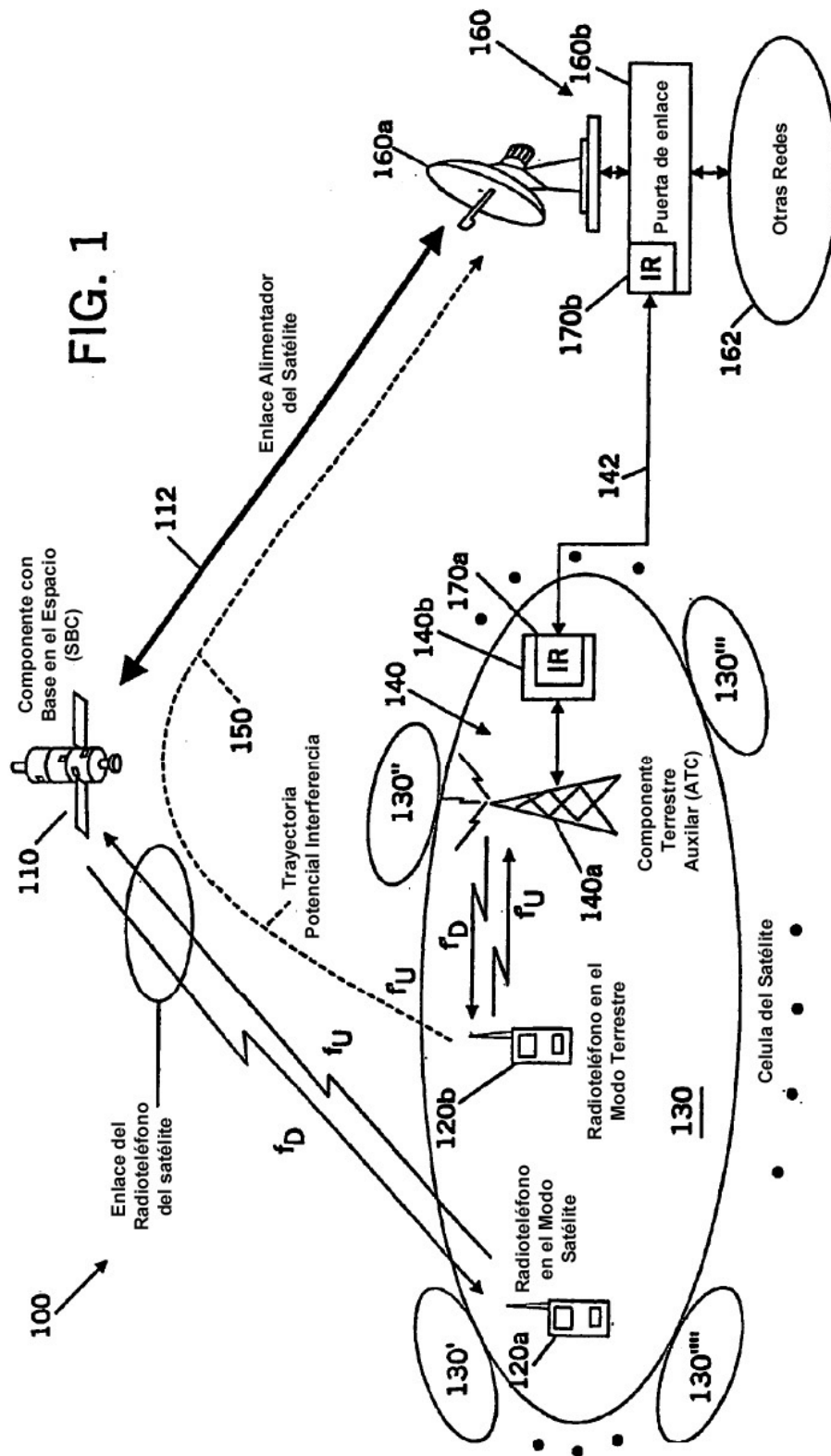
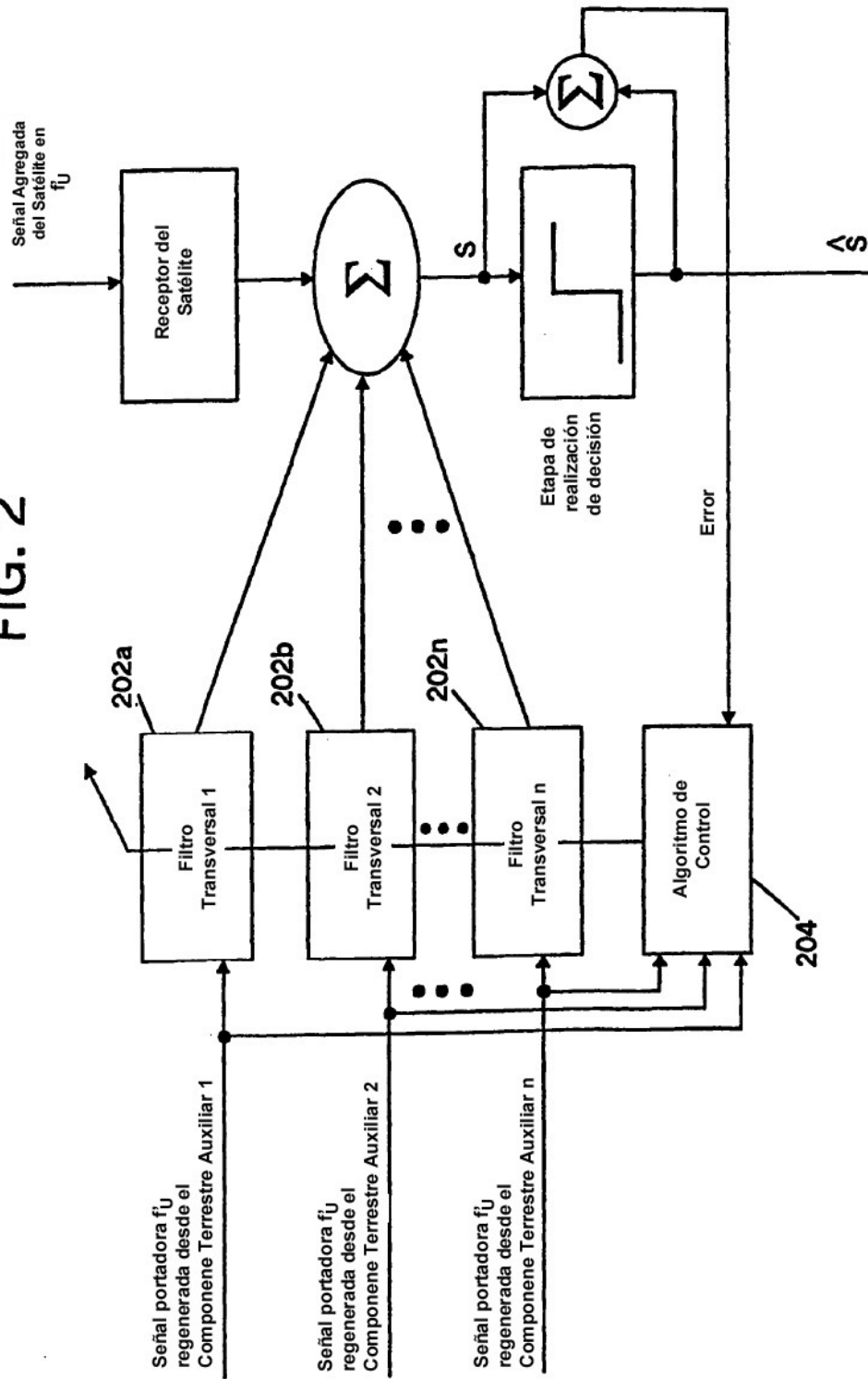


FIG. 2



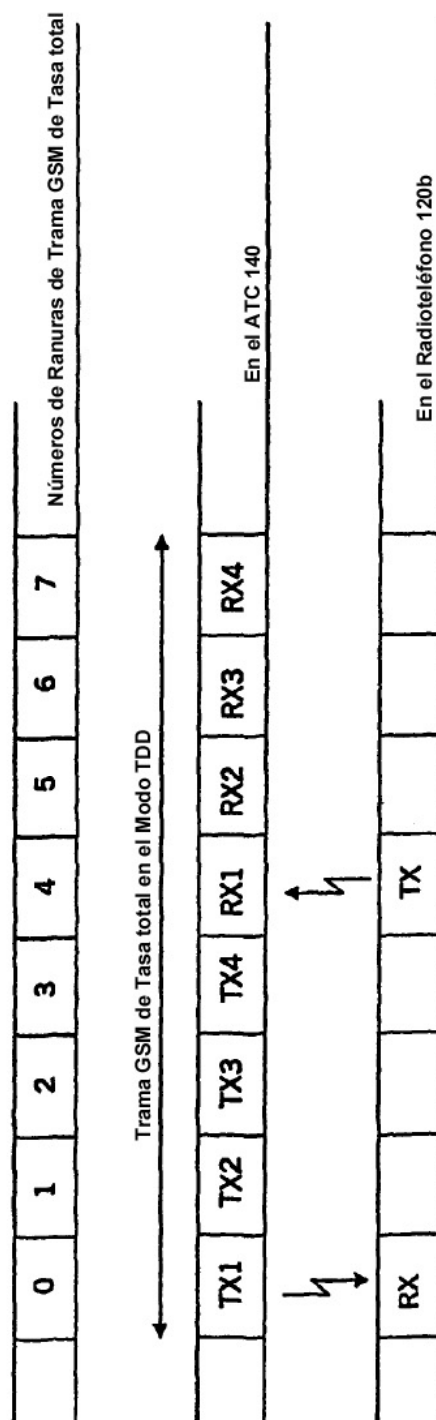
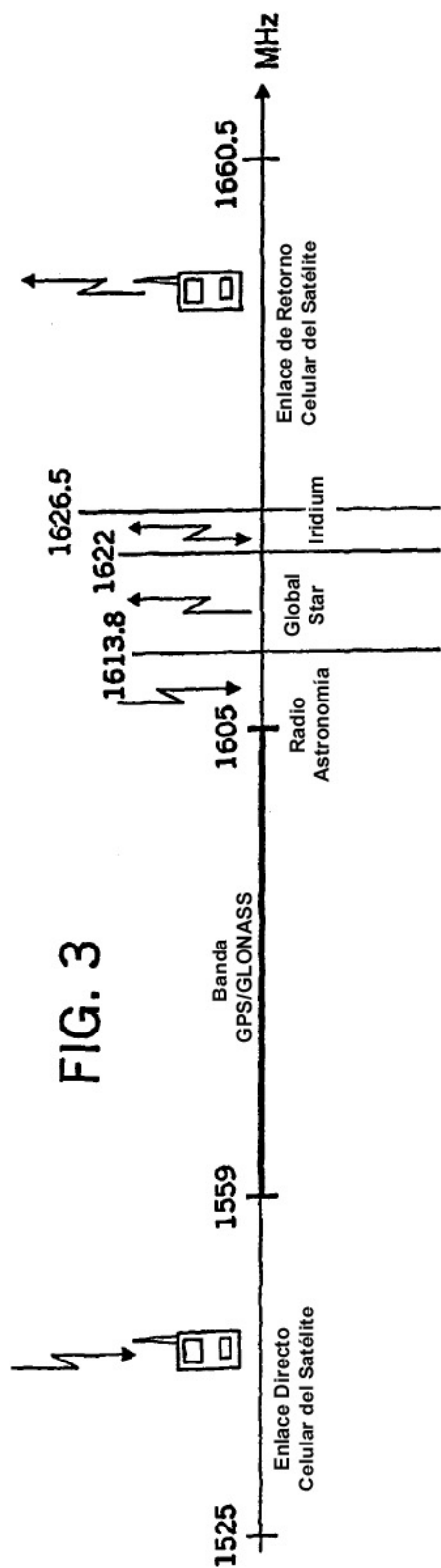


FIG. 6

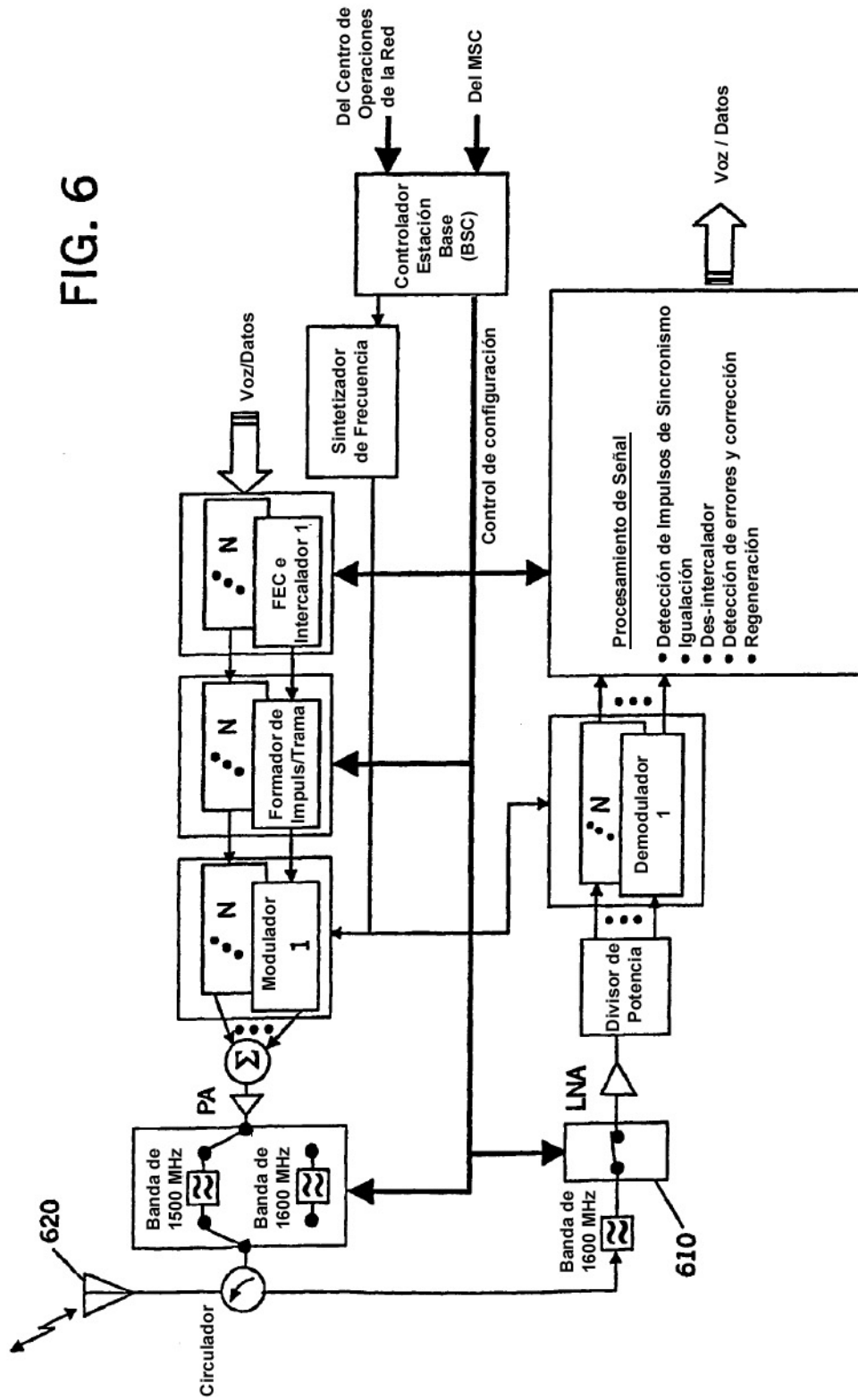
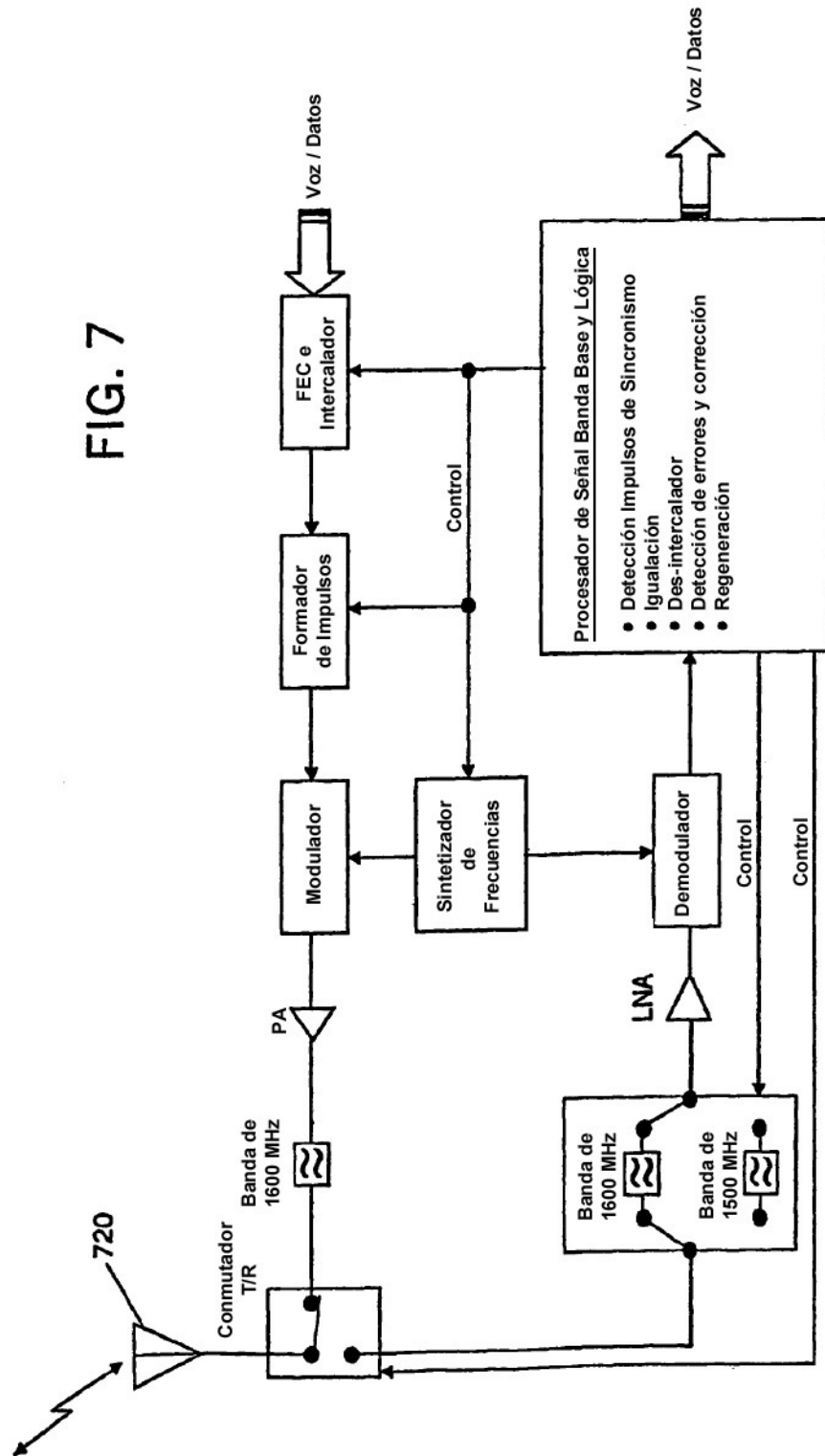


FIG. 7



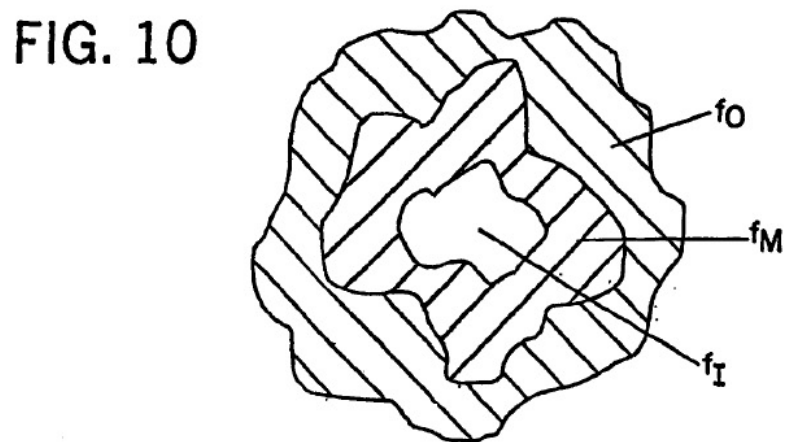
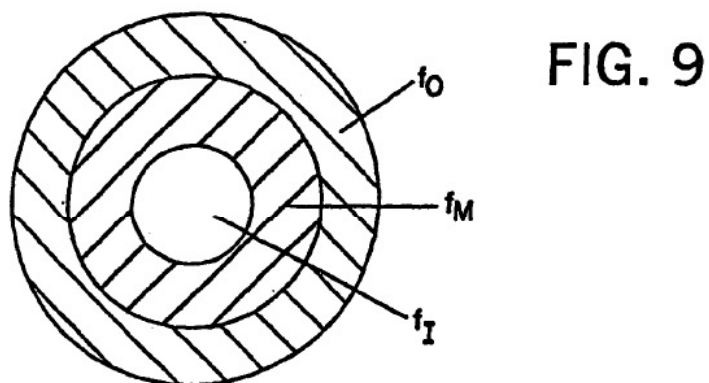
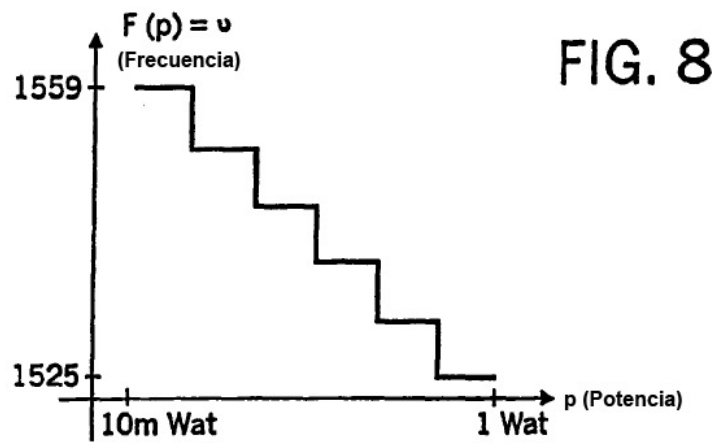


FIG. 11

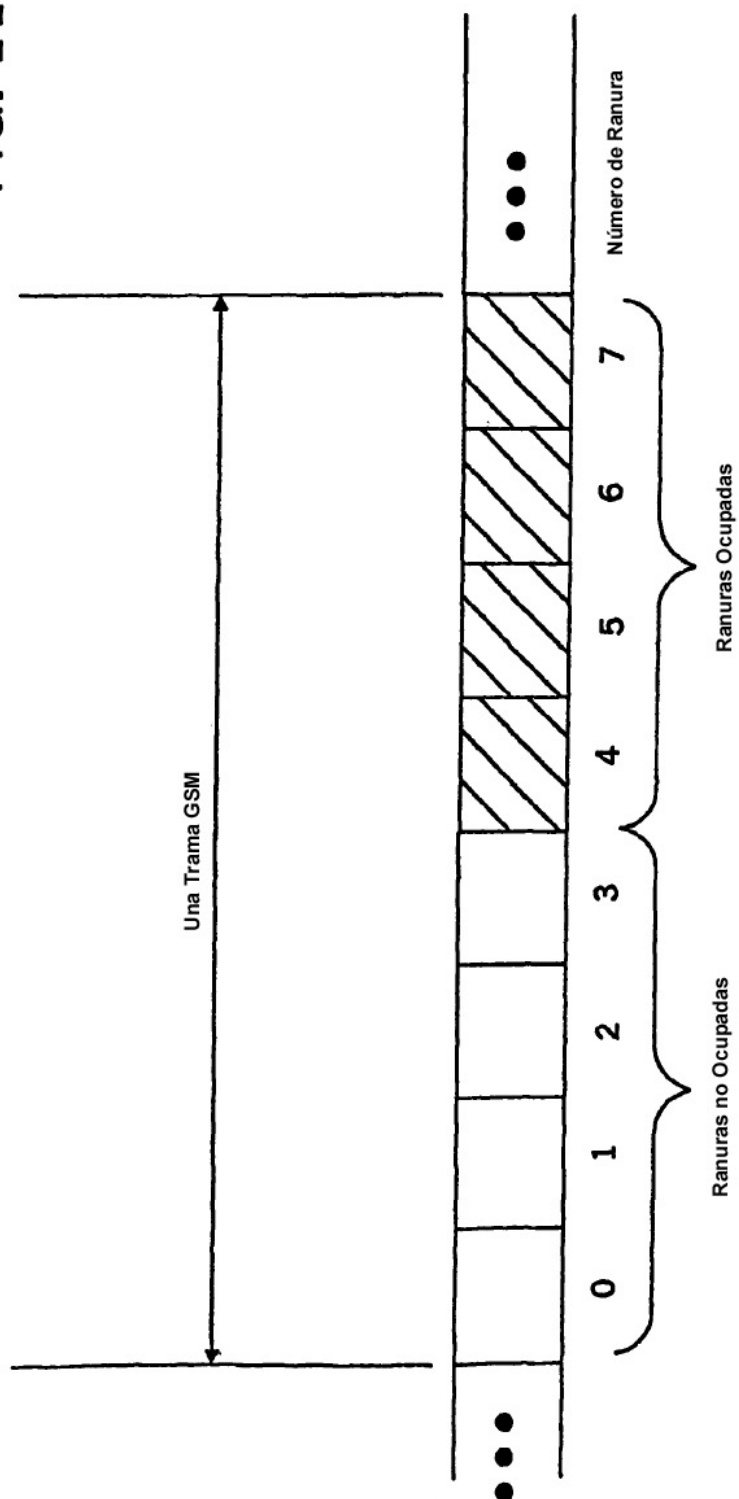
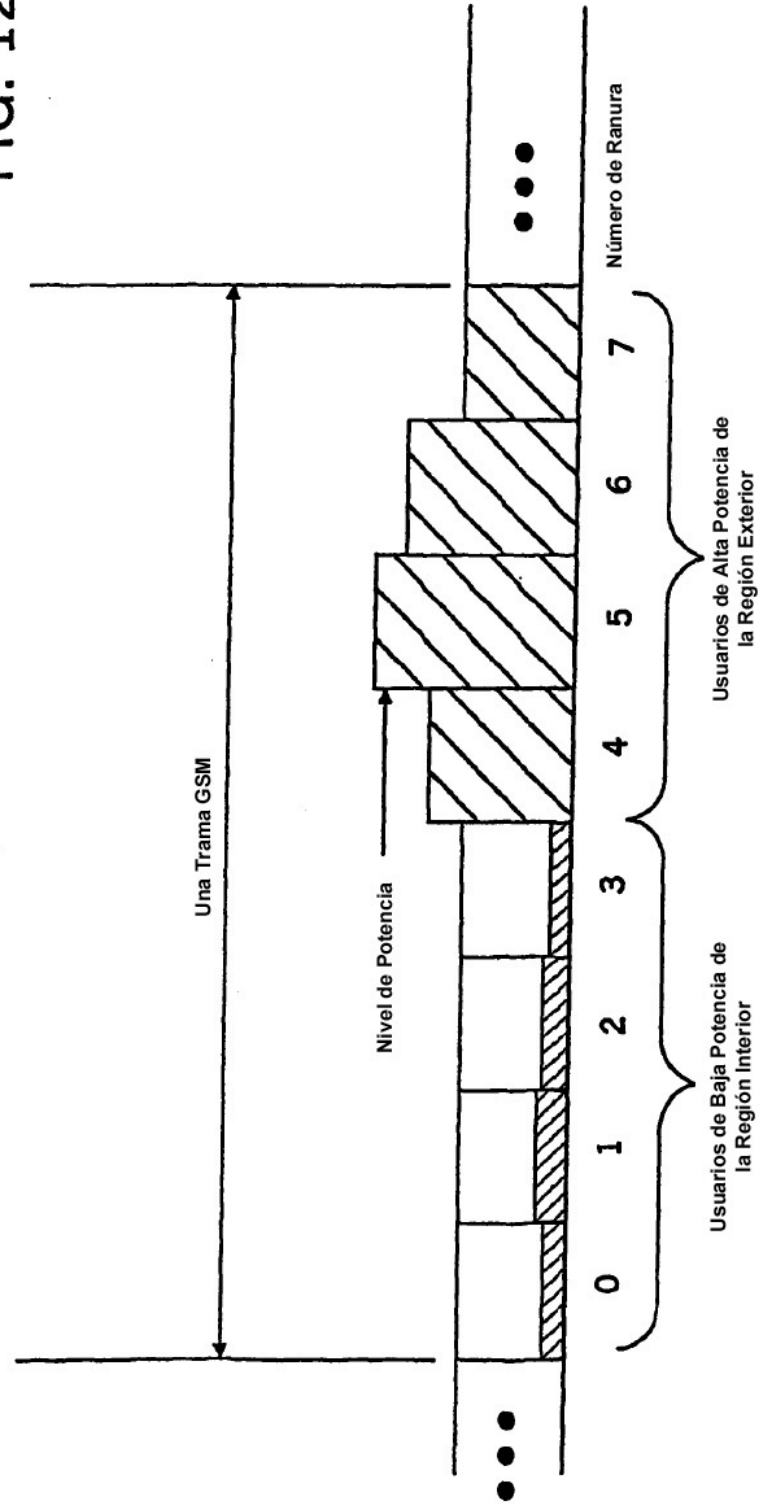
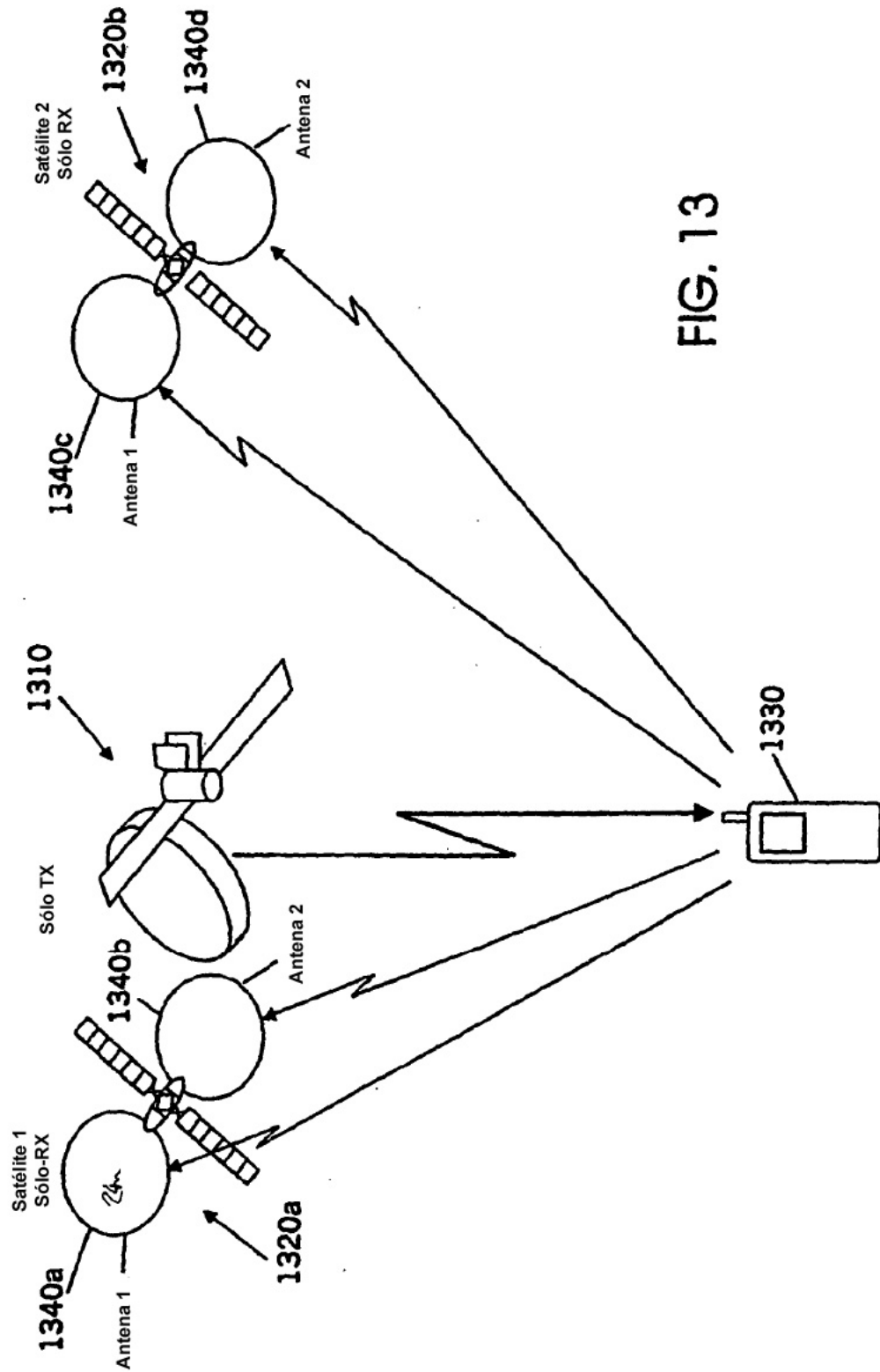


FIG. 12





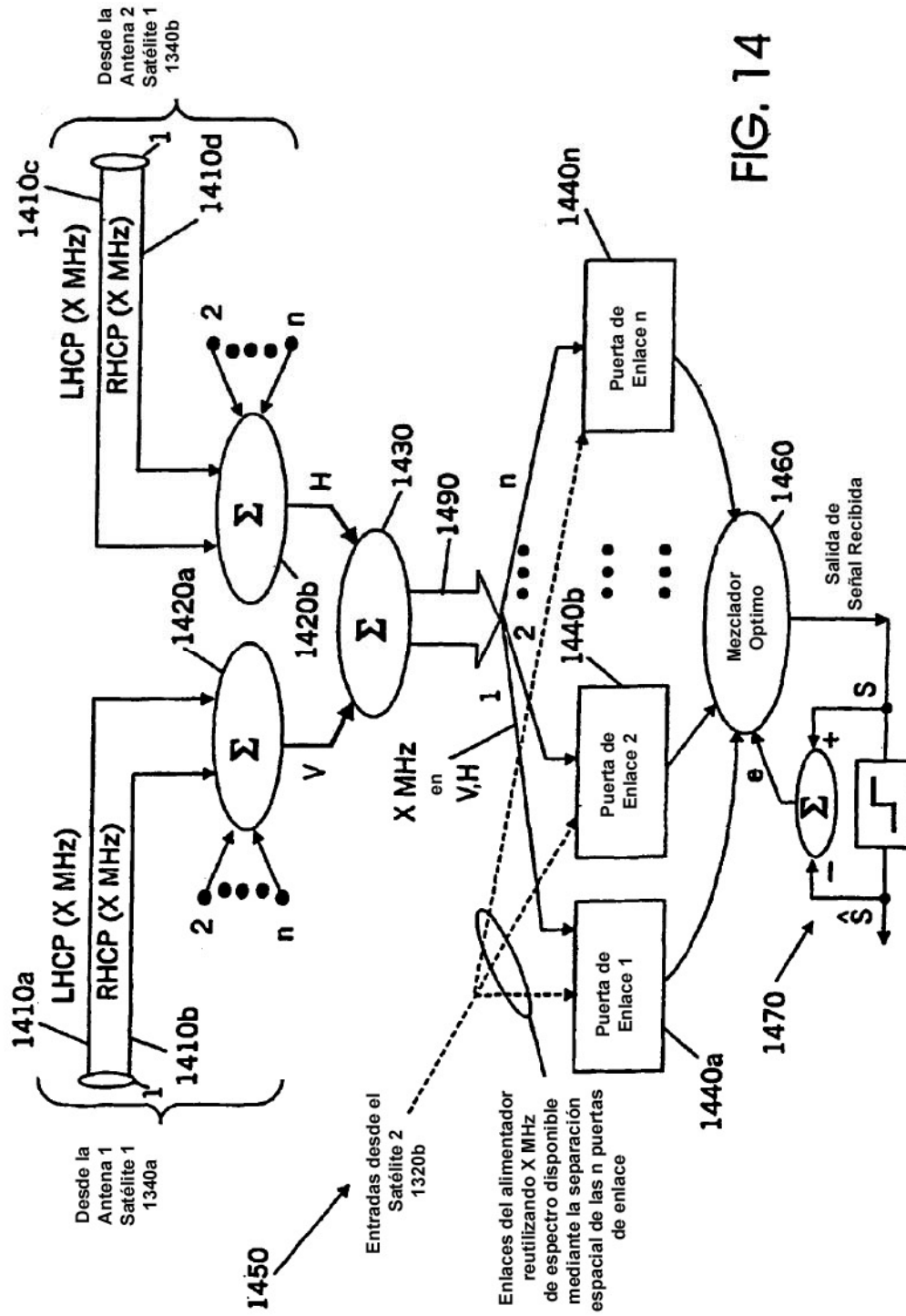


FIG. 14