

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 576 654**

51 Int. Cl.:

H04B 7/185 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.01.2007 E 07702818 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.03.2016 EP 1977536**

54 Título: **Sistemas y procedimientos para comunicaciones por satélite con terminales terrestres móviles**

30 Prioridad:

18.01.2006 US 760077 P

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

08.07.2016

73 Titular/es:

**OVERHORIZON (CYPRUS) PLC (100.0%)
GRIVA DIGENI, 58 P.C. 1021
NICOSIA, CY**

72 Inventor/es:

**WAHLBERG, PER y
LEJNELL, KENNET**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 576 654 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistemas y procedimientos para comunicaciones por satélite con terminales terrestres móviles

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a sistemas y procedimientos para comunicaciones por satélite.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10

La capacidad de comunicarse por medio de satélite estando en movimiento, aunque muy deseada, se ha convertido en una meta elusiva. Aunque se ha desarrollado cierta capacidad de comunicación por satélite móvil, como INMARSAT, Iridium, Teledesic y otros sistemas, está dirigida a comunicaciones de baja anchura de banda que en general se han limitado a algunos tipos de señalización de emergencia (en el caso de INMARSAT) o voz, en el caso

15 de Iridium, Teledesic y similares. Las comunicaciones de anchura de banda superior, en particular del tipo que soporta el tipo de transmisión de datos de banda ancha al que más están acostumbrados los usuarios de ordenadores en la última década, han demostrado ser más elusivas para quienes desean acceder a esta posibilidad desde una plataforma móvil. La capacidad de contar con una transmisión de datos con gran anchura de banda no sólo cuando se desea, sino también cuando se complica por el hecho de que la mayoría o la totalidad de las

20 comunicaciones de alto rendimiento por sistemas de satélite necesitan un gran tiempo de respuesta como condición previa para invocarlos. Normalmente, se necesita comunicarse con un proveedor de servicios de comunicaciones por satélite ("satcom") durante muchas horas o incluso días de antelación para permitir al proveedor realizar las disposiciones de asignación de recursos necesarias.

25

Este estado limitado de la situación, y los diversos factores técnicos, económicos y organizativos que lo han producido, han llevado a no lograr mantener comunicaciones por satélite de gran anchura de banda, a pesar de la inmensa demanda de las mismas.

Otros factores también son relevantes al considerar el diseño de sistemas de comunicaciones por satélite eficaces.

30

Los sistemas de comunicaciones por satélite se han configurado de diversas formas, cada una con su propio nivel de complejidad, y con ventajas e inconvenientes respectivos. Un procedimiento para realizar comunicaciones por satélite se refiere a veces como procedimiento de "guiaondas acodado", en el que se envía una señal desde un punto fijo en la Tierra, es recibida por el satélite y se amplifica, para devolverse después a un receptor predeterminado. Las decisiones sobre el encaminamiento y la conmutación del tráfico de comunicaciones,

35 esenciales para los sistemas de comunicaciones en general, se realizan sobre el terreno, al igual que la ejecución de dichas decisiones. Debido a que los satélites usados en la realización del procedimiento de guiaondas acodado carecen de procesamiento del tráfico de comunicaciones a bordo, el procedimiento está limitado normalmente a su uso dentro de un único haz de comunicaciones por satélite.

40

Otro procedimiento para comunicación por satélite es la configuración de tipo "estación central". En esta configuración, una serie de terminales terrestres y una única estación central se sitúan en un solo haz. La estación central actúa como una configuración de tipo guiaondas acodado en dos etapas, en las que la señal de enlace ascendente se encamina desde el satélite, que puede ser un satélite en órbita geosíncrona (GEO), a una estación central terrestre intermedia. La estación central actúa como un centro de control local para asignar canales y otras

45

funciones asociadas con la gestión de la red.

Los sistemas convencionales de comunicaciones por satélite, pueden referirse a continuación como sistemas de comunicaciones por satélite, cuando se usa un satélite en órbitas GEO, están provistos normalmente de dos tipos de servicios: un modo de retransmisión y un modo de difusión. En el modo de retransmisión, el satélite GEO retransmite

50

una señal desde un terminal terrestre a otro. Cuando está en el modo de difusión, el satélite GEO transmite una señal a un gran número de terminales terrestres. En el modo de retransmisión, que corresponde al guiaondas acodado expuesto anteriormente, un terminal terrestre transmite una señal usando una frecuencia de enlace ascendente al satélite GEO, que retransmite la señal a un segundo terminal terrestre usando una frecuencia de enlace descendente. Cuando la huella de transmisión del satélite GEO en la superficie terrestre es grande, la

55

densidad de potencia de la señal es en consecuencia baja. Una señal que tiene baja densidad de potencia requiere que la antena receptora sea suficientemente grande para conseguir la ganancia de antena para poner en uso la señal de densidad baja. Alternativamente, el uso de antenas más pequeñas requiere que el satélite genere suficiente potencia irradiada para suministrar una densidad de potencia dentro del único haz de cobertura amplio suficiente para la recepción de la señal y el uso por las antenas más pequeñas.

Las arquitecturas de los sistemas de satélites de comunicaciones para antenas pequeñas han implicado una serie de haces puntuales más pequeños, en lugar de un único haz de cobertura de zona amplia, para cubrir la misma área geográfica. Al reducir el tamaño de los haces puntuales mientras se mantiene la misma potencia transmitida global, la densidad de potencia dentro de cada haz puntual hace posible el uso de antenas terrestres más pequeñas.

Los sistemas existentes de comunicaciones por satélite utilizan frecuencias comunes de enlace ascendente de banda Ku y de enlace descendente de banda Ku que están pobladas y se reutilizan extensamente. Además, en los sistemas existentes de comunicaciones por satélite los satélites tienen una separación escasa. Esta escasa separación aumenta la probabilidad de interferencia entre sus enlaces de comunicaciones respectivos y obliga a reutilizar frecuencias. Además, los satélites con separación escasa que usan la banda Ku necesitan que los terminales terrestres usen un haz estrecho, lo que exige a su vez antenas más grandes y sistemas de apuntamiento más precisos. Como consecuencia, los terminales terrestres aumentan de tamaño y son más grandes, a la vez que proporcionan un rendimiento menor de lo que sería deseable.

Algunos sistemas existentes de comunicación por satélite pueden usar un haz puntual orientable, una señal de satélite que tenga una potencia especialmente concentrada de manera que cubra sólo un área geográfica regional y cuya dirección pueda controlarse. Dado que estos haces tienen una huella más reducida y regional que los haces anchos, no se adaptan fácilmente a los terminales terrestres en movimiento.

El documento US-5.736.959 desvela procedimientos de gestión del haz de celdas fija en tierra que son soportados para poderse usar en la asignación de haces generados por un grupo de satélites en órbita terrestre baja que se mueven en órbitas por debajo de las altitudes geosíncronas.

25 RESUMEN DE LA INVENCION

Según diversos aspectos de la presente invención se proporcionan comunicaciones por satélite móviles que tienen un caudal de datos mayor que el necesario para permitir comunicaciones de voz, y en particular caudal de datos de escala de banda ancha.

En una realización de un aspecto de la presente invención, una red de comunicaciones por satélite usa una estación central basada en satélite con carga útil regeneradora, para reducir no sólo el tamaño de antena requerido en el origen y la recepción, sino también disminuir el retardo de la transmisión a la mitad. En un segmento espacial de satélite múltiple, la funcionalidad de la estación central puede distribuirse entre todos los activos de segmentos de espacio. Además, los satélites de la red usan procesamiento a bordo, que mejora drásticamente el balance de enlace, en particular para sistemas que se comunican con márgenes estrechos de enlace tales como los sistemas de antenas pequeñas. Además, los satélites mantienen específicamente un equilibrio entre la potencia y la multiplexación en un enlace descendente principal, que hace un uso eficaz de la potencia disponible y emplea una cobertura equilibrada con respecto a las densidades de potencia necesarias para los terminales terrestres móviles.

En una realización de un aspecto de la presente invención, una red de comunicaciones por satélite usa coordinación entre los satélites para reducir los niveles de interferencia, dictado por las limitaciones físicas de las antenas pequeñas.

En otro aspecto, la presente invención proporciona sistemas y procedimientos para permitir comunicaciones de datos entre una plataforma terrestre móvil y un satélite (y después otro receptor) con velocidades de transmisión de datos superiores a 500 kbps.

En una realización de otro aspecto más de la presente invención, el tamaño del terminal terrestre, incluido el tamaño de la antena, se mantiene en un valor mínimo en función de diversas consideraciones de arquitectura y plataforma. Este tamaño y peso mínimos de la antena y el terminal terrestre facilita una mayor movilidad. Por otra parte, estos terminales de tamaño mínimo suelen ser más económicos, lo que permite un mayor uso en una organización. Este uso más ampliamente distribuido, a su vez, tiende a hacer más seguros los sistemas que emplean uno o más aspectos de la presente invención: con un número de terminales muy superior, cada uno se beneficia de la estrategia de la "seguridad por el número". Además, su reducido tamaño permite que las antenas y tal vez otros aspectos de las plataformas terrestres se oculten con mayor eficacia de un ataque, ya sea al incorporarlos en características existentes o no visibles de un vehículo, o incluso en un casco u otro elemento transportable del equipo o la indumentaria de uno de los usuarios del sistema móvil. Por otra parte, su reducido tamaño simplifica la instalación, integración y transporte de los terminales terrestres.

- En una realización de un aspecto de la presente invención, los terminales terrestres, y las antenas que funcionan con ellos pueden ser inferiores o iguales a aproximadamente 50 cm como dimensión principal, una característica que puede permitirse con otros aspectos de la presente invención, que pueden incluir pero no se limitan a la gestión de datos a bordo (OBDH) de los componentes del satélite, y un aspecto físico resultante de bajo perfil (por ejemplo, construido parcialmente en el techo de un vehículo o en otro objeto existente, incluso una antena no coplanaria en un casco personal u otro dispositivo transportado o llevado en la indumentaria, que desciende hasta aproximadamente 10 cm de diámetro) que permite una reducción en el riesgo para la seguridad.
- 10 Otros aspectos más de la presente invención incluyen procedimientos de comunicaciones y gestión de fuerza y flota que se hacen posibles gracias a comunicaciones por satélite móviles pequeñas, económicas, de alta velocidad de transmisión y fácil acceso que son posibles por los diversos aspectos de la presente invención. En una realización, estos procedimientos comprenden las etapas de proporcionar una pluralidad de plataformas móviles y proporcionar, para cada plataforma móvil, un terminal de telecomunicaciones por satélite capaz de comunicaciones móviles de gran anchura de banda por medio de satélite con las otras plataformas móviles y susceptible de ser invocado para dicha comunicación en tiempo real o casi real.

- Un procedimiento relacionado comprende las etapas de aumenta la seguridad de comunicaciones de una fuerza que comprende elementos móviles distribuidos que comprenden las etapas de proporcionar, para cada uno de los elementos móviles, un terminal de satélite móvil para acceder a un canal de comunicaciones de datos, y proporcionar además una estación central de base espacial a través de la cual se comunican los terminales móviles, proporcionando así una accesibilidad reducida de facilidades de comunicaciones críticas para riesgos de seguridad.

- En una realización de otro aspecto de la presente invención, una estación central de base espacial con carga útil regeneradora en cada satélite en el segmento espacial para su uso en comunicaciones "de un salto" no sólo reduce el tamaño necesario de la antena en el origen y el receptor, sino que además disminuye el retardo de transmisión a la mitad. Como aspecto relacionado, la "simetría de la red" que hace posible el enfoque de un salto simplifica y abarata la fabricación y la gestión de los terminales terrestres (predictibilidad de tamaño del terminal, ahorros de escala en la producción, etc.).

- Otro aspecto más de la presente invención incluye un procedimiento para transmitir un tren de datos desde un primer terminal terrestre móvil (o una pluralidad de terminales terrestres) a un segundo terminal terrestre (o pluralidad de terminales terrestres) que comprende transmisión de datos a un satélite, con los datos acompañados por información de la dirección de un segundo terminal terrestre móvil, en el que el satélite tiene gestión de datos a bordo y se basa en una dirección (y opcionalmente en información de posición conocida de un segundo terminal móvil) a partir de una tabla de encaminamiento para determinar un haz apropiado para un segundo terminal móvil y transmitir a ese terminal móvil. Dicha transmisión puede, aunque no de forma obligatoria, estar en una transmisión en bloque que incluye datos para múltiples terminales terrestres, de manera que un terminal terrestre de destino recupera el o los mensajes dirigidos a él.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- En las figuras identificadas a continuación y en la descripción detallada que se ofrece seguidamente se describen los diversos aspectos de los sistemas y procedimientos según la presente invención.
- La figura 1 muestra una vista de alto nivel de una realización de un sistema y un procedimiento, según la presente invención, para proporcionar comunicaciones por satélite.
- La figura 2 muestra una vista de alto nivel de una realización de un sistema y un procedimiento, según la presente invención, para proporcionar comunicaciones por satélite.
- La figura 3 muestra una vista esquemática de alto nivel de la arquitectura en una realización de un sistema y un procedimiento según la presente invención, con especial acento en el lado del satélite del sistema.
- La figura 4 muestra una vista de alto nivel del software de un satélite en una realización de un sistema y un procedimiento según la presente invención.
- La figura 5 muestra una vista de alto nivel de la arquitectura de un satélite en una realización de un sistema y un procedimiento según la presente invención.

La figura 6 muestra una vista de alto nivel de la arquitectura de un terminal terrestre en una realización de un sistema y un procedimiento según la presente invención.

5 Las figuras 7-20 muestran, en forma de diagrama de flujo, las etapas asociadas con una realización de un procedimiento, según la presente invención, para proporcionar un servicio de comunicaciones por satélite a un cliente.

La figura 21 muestra, en forma de diagrama de flujo, las etapas asociadas con una realización de un procedimiento,
10 según la presente invención, para construir, ampliar o mejorar un sistema de comunicaciones por satélite.

La figura 22 muestra, en forma de diagrama de flujo, las etapas asociadas con una realización de un procedimiento, según la presente invención, para construir, ampliar o mejorar un sistema de comunicaciones por satélite.

15 La figura 23 muestra, en forma de diagrama de flujo, las etapas asociadas con una realización de un procedimiento, según la presente invención, para iniciar el control por el cliente/usuario de un satélite.

La figura 24 muestra, en forma de diagrama de flujo, las etapas asociadas con una realización de un procedimiento, según la presente invención, para proporcionar el control por el cliente/usuario de una antena en un satélite.
20

La figura 25 muestra, en forma de diagrama de flujo, las etapas asociadas con una realización de un procedimiento, según la presente invención, para proporcionar el seguimiento de un terminal terrestre objetivo a través de la orientación de una antena en un satélite.

25 La figura 26 muestra, en forma de diagrama de flujo, las etapas asociadas con una realización de un procedimiento, según la presente invención, para un procedimiento de orientación de una antena de bucle cerrado.

La figura 27 muestra, en forma de diagrama de flujo, las etapas asociadas con una realización de un procedimiento, según la presente invención, para proporcionar el control por el cliente/usuario del movimiento de un satélite.
30

La figura 28 muestra, en forma de diagrama de flujo, las etapas asociadas con una realización de un procedimiento, según la presente invención, para proporcionar el seguimiento de un terminal terrestre objetivo a través del movimiento de un satélite.

35 La figura 29 muestra, en forma de diagrama de flujo, las etapas asociadas con una realización de un procedimiento, según la presente invención, para un procedimiento de movimiento de un satélite de bucle cerrado.

La figura 30 muestra una vista de alto nivel de una realización de un sistema y un procedimiento, según la presente invención, para proporcionar comunicaciones por satélite.
40

La figura 31 muestra una vista de geometría de comunicación entre satélites.

La figura 32 muestra una vista de alto nivel de interferencia de satélites a partir de una antena de terminal no conforme.
45

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La presente descripción, incluidas las figuras, describe realizaciones que ilustran diversos aspectos de la presente invención. Estas realizaciones no pretenden, y no lo hacen, limitar el alcance de la invención a detalles concretos.
50

Las diversas entidades identificadas en las figuras y descritas en la presente memoria descriptiva pueden usar uno o más procesadores informáticos, y los procesadores informáticos de cada entidad pueden configurarse para comunicarse con los procesadores informáticos de una o más de las otras entidades con el fin de ejecutar los procedimientos de la presente invención.
55

En una realización, la presente invención proporciona un sistema y un procedimiento para crear una instalación ampliable de una red de comunicaciones por satélite que permita la construcción incremental y ampliable de capacidad y reduzca el riesgo y el tiempo para conseguir el retorno de la inversión de la red.

En una realización de un aspecto de la presente invención, se proporcionan satélites de comunicaciones de tamaño y masa reducidos. En particular, los sistemas y procedimientos según la presente invención permiten la fabricación de satélites de comunicaciones que tienen una masa en el lanzamiento de 800 kg o menos. En una realización, para reducir el tamaño y el peso del satélite puede usarse un nuevo sistema de propulsión para órbitas de tránsito lento.

5

Los pequeños satélites según la presente invención hacen posibles a su vez soluciones de servicio flexible antes irrealizables e incluso no reconocidas para los clientes.

Por otra parte, los satélites de este intervalo de tamaño tienen un ciclo de diseño corto y proporcionan un tiempo breve entre el encargo y la puesta en servicio. Los satélites de comunicaciones que tienen estas características proporcionan, según otro aspecto de la presente invención, una capacidad mejorada de proporcionar una red de comunicación por satélite que usa una tecnología actual, no anticuada. El más rápido acceso a la tecnología más reciente en órbita permite también la optimización de los enlaces del satélite para impulsar aún más la eficacia del sistema terrestre y reducir, por tanto, el tamaño y el coste del sistema.

15

Los pequeños satélites de comunicaciones según la presente invención reducen la magnitud de la inversión necesaria para proporcionar capacidad en órbita en comparación con los satélites de mayor tamaño. Por tanto, así se aumenta la modularidad y la flexibilidad del sistema. El uso de satélites de bajo coste con menos anchura de banda a bordo permite soluciones personalizadas para cada carga útil de satélite que se concentra en determinadas partes de un espectro de uso de frecuencias y así puede evitar problemas de interferencia local. De este modo, el operador de las comunicaciones por satélite garantiza que el servicio no interfiere con otros usuarios y con ello puede evitar la necesidad de aprobación y coordinación de los organismos reguladores.

Tal como se muestra en las **FIG. 1, 2, 3, 4 y 5**, se proporciona el satélite **200**, según un aspecto de la presente invención, con ciertas capacidades de procesamiento a bordo **202**. En una realización, el satélite comprende un motor de software **204** para realizar todas las funciones de procesamiento a bordo **202**. En otra realización, la funcionalidad de procesamiento a bordo **202** se divide entre múltiples motores de software **400**. Los ejemplos de los tipos de motores de software incluyen un motor de autenticación **402**, un motor de encaminamiento **404**, un motor de gestión de red **406**, un motor de gestión de instrucciones **408**, módulos de procesamiento de banda de base **410**, procesos de operaciones de carga útil **412**, procesos de gestión de red **414** y procesos de operaciones aeroespaciales **416**. Estos motores de software pueden emplear una o una pluralidad de bases de datos **206**. El satélite **200** está provisto de componentes de hardware **500**, descritos a continuación con mayor detalle, para comunicarse con terminales terrestres con segmento terrestre **208, 210, 212** así como realizar otras funciones, tales como encaminamiento a otros satélites de la red **100, 300**. Un ejemplo de los tipos de componentes de hardware incluye una o varias antenas **502**, uno o varios encaminadores **302, 504**, uno o varios multiplexores **304, 506**, uno o varios demoduladores **510**, uno o varios moduladores **512** y xDMA **508** (Division Multiple Access, o acceso múltiple por división en el que 'x' puede ser "código", "frecuencia", "tiempo" o cualquier combinación de los mismos).

En referencia a la **FIG. 1**, las constelaciones de satélite según la presente invención pueden ser modulares y flexibles. En una realización de dicha constelación, se colocan múltiples satélites **102, 104, 106, 108** en una única posición orbital y/o en posiciones orbitales separadas, y pueden introducirse en las posiciones de uno o varios al mismo tiempo, con capacidad para proporcionar servicios de comunicaciones que se inician con la primera inserción. Los satélites pueden estar equipados para gestionar cambios en la capacidad y las interferencias a través de comunicación y encaminamiento "en el mismo ámbito" **110**, es decir, comunicación y encaminamiento entre satélites en la misma posición orbital. La **FIG. 31** proporciona una ilustración del tamaño general del ámbito **3100** con respecto a otros parámetros orbitales de muestra del satélite. Además, según un aspecto de la presente invención, los satélites en la misma posición orbital pueden incrementar la fuerza de la cobertura de huella en un área cuando el usuario necesita cambiar con el tiempo. El uso de múltiples satélites que cubren diferentes regiones/partes geográficas puede permitir a un sistema cambiar de cobertura a un nuevo satélite que cubre una región diferente por medio de la comunicación entre los satélites cuando el terminal terrestre se mueve fuera de la cobertura del primer satélite. Además, los satélites pueden estar distribuidos en diferentes posiciones orbitales para proporcionar cobertura de huella en las áreas respectivas de la tierra. En una realización, pueden usarse satélites en constelación que pueden comunicarse entre sí como pueda ser un sistema de seguimiento de monopolio. En una realización, los satélites se colocan en órbita geoestacionaria. En una realización alternativa, los satélites se colocan en órbita geosíncrona. En otra más, los satélites se colocan en órbitas de Molniya. En otra realización alternativa más, los satélites se colocan en órbita terrestre baja o en órbita terrestre media. Son posibles también otras configuraciones orbitales de arquitecturas de satélites de la presente invención.

En la **FIG. 31** se ilustra un ejemplo de geometría de comunicación entre satélites para satélites en órbita

geostacionaria. En esta realización, la distancia entre satélites **3102** se calcula para un ángulo de separación **3104** dado desde el centro de la Tierra. Además, siempre existirá una región bloqueada **3106** que impide la comunicación entre satélites y que puede calcularse dada una distancia orbital del satélite sobre el ecuador **3108**.

5 Una arquitectura de red de satélites de comunicaciones que comprende un aspecto adicional de la presente invención proporciona sistemas y procedimientos para capacidades de encaminamiento inteligente con el fin de usarlas en la gestión del enfoque modular y flexible de la invención en comunicaciones por satélite. En una realización, un sistema según la presente invención usa un canal de estado de la red para gestionar las actualizaciones en la red. La funcionalidad de gestión de la red puede estar distribuida entre todos los satélites de la red. En esta realización, es posible distribuir la funcionalidad de gestión de red también a los terminales terrestres. En concreto, cada satélite del sistema supervisa la información de estado de la red como, por ejemplo, interferencias deliberadas, desvanecimientos debidos a la lluvia, inclusión de satélites adicionales, información de ECM, gestión de activos, etc. En una realización de un aspecto de la presente invención, cuando un satélite recibe información de estado de la red, la información es dirigida a todos los demás satélites de la red. La información de estado de la red puede enviarse a todos los terminales terrestres dentro de la cobertura de huella del satélite.

En referencia a las **FIG. 1, 2 y 3**, en una realización, la información se envía a los terminales terrestres **112, 208, 210, 212, 306** por medio de una difusión de enlace descendente **114, 214**. Estas actualizaciones de estado de la red proporcionan parámetros para reconfigurar dinámicamente la red y gestionar los requisitos cambiantes de condiciones y cobertura. Además, al mantener un canal de estado de la red entre todos los satélites de la red, el sistema puede encaminar de forma inteligente las señales de comunicación y otras señales. Por otra parte, tal como se ilustra en la **FIG. 30B**, el canal de estado de la red permite al sistema ajustarse ante el fallo de un satélite mediante encaminamiento dinámico de una señal a un satélite alternativo en la red de satélites **3050**. En otra realización, la información de estado de la red se usa para permitir que los usuarios especifiquen manualmente una ruta para una señal.

Una realización de un sistema y un procedimiento según la presente invención implica la construcción de una red de comunicaciones por satélite modular y flexible.

30 En una realización de un aspecto de la presente invención, el operador del satélite ofrece un conjunto de parámetros y valores para los parámetros que constituye un espacio de diseño para que el cliente realice una elección. En una realización, los parámetros son el tamaño, la vida útil y la carga útil del satélite. Un cliente, sujeto a las limitaciones de los parámetros ofrecidos por el operador del satélite, impulsa el desarrollo de un sistema de satélites del operador del satélite a través de sus especificaciones. En una realización, las especificaciones del cliente comprenden especificaciones de anchura de banda, seguridad, control de la antena, control del satélite y huella. Basándose en estas especificaciones del cliente, el operador del satélite obtiene soluciones para el cliente construyendo, ampliando y mejorando un sistema de comunicaciones por satélite dentro del espacio de diseño. Estas soluciones pueden estar impulsadas por cuestiones económicas, tecnológicas y/o de rendimiento.

40 Tal como se muestra en la **FIG. 21**, varios aspectos de la presente invención pueden comprenderse mejor en el contexto de la toma de decisiones y puesta en marcha del lanzamiento y la colocación del satélite. Una primera etapa en la instalación de una red de comunicaciones por satélite es el lanzamiento de un satélite en una posición orbital **2100**. Después de que el primer satélite, que tiene determinadas capacidades de comunicaciones se instala en la red, el proveedor del servicio de comunicaciones por satélite, empleando un enfoque modular según la presente invención, puede calibrar las necesidades de los usuarios **2102** de la red de comunicaciones por satélite antes de ampliar la red. Basándose en las necesidades de los usuarios, el proveedor del servicio de comunicaciones por satélite puede decidir lanzar un segundo satélite de la red **2104, 2106**. En esta tesitura, el proveedor tiene dos opciones en lo referente al lanzamiento del satélite de la red: en primer lugar, el satélite puede lanzarse en la misma posición orbital que el primer satélite **2104**, con lo cual los satélites interaccionarían mediante comunicación en el mismo ámbito **110**; en segundo lugar, el satélite puede lanzarse en una posición orbital diferente a la del primer satélite **2106**, de manera que los satélites interaccionarían a través de comunicación entre distintos ámbitos **116**.

A medida que se amplían las necesidades de los usuarios, el proveedor podrá responder con la rapidez que lo requiera la demanda a través del lanzamiento de satélites de la red nuevos y de sustitución, de acuerdo con este aspecto de la presente invención. Estos satélites pueden estar equipados con las últimas novedades tecnológicas. El proveedor tiene la capacidad de colocar nuevos satélites de la red para proporcionar una topología de red que se adapte óptimamente a las necesidades de los usuarios, en lugar de verse limitado a un gran sistema de satélites inflexible al cambio. A medida que se amplía la red a través de posteriores lanzamientos de satélites nuevos y de sustitución, deja de ser necesario un "doble salto" en la comunicación, es decir, la necesidad de enviar señales

desde dos puntos en la superficie terrestre que no pueden ser cubiertos por el mismo satélite en GEO por medio de una estación terrestre intermedia. Además, la red de comunicaciones por satélite puede responder rápidamente al fallo de un satélite de la red debido al uso de pequeños satélites y al rápido cumplimiento de los tiempos de servicio.

5 En una realización de otro aspecto de la presente invención, el sistema emplea una arquitectura física de segmentos espaciales que permite una capacidad reconfigurable. El sistema permite redundancia espacial en cualquier posición orbital y aumentar incrementalmente la capacidad en cualquier posición orbital a través de la colocación de satélites en estrecha proximidad entre sí. En otra realización más, los enlaces entre satélites y los enlaces entre satélites aumentan el encaminamiento y la flexibilidad de la capa física de la red.

10 En referencia a la **FIG. 22**, una realización de otro aspecto de la presente invención implica la toma de decisiones y la puesta en marcha del lanzamiento y la colocación del satélite. En esta realización, varios factores de rendimiento para la red se abordan primero en **2200**. Sin limitación, estos factores de rendimiento pueden incluir cobertura de huella, topología de la constelación de satélites, anchura de banda, capacidad y número de usuarios por satélite.

15 Estos factores son evaluados a continuación por el sistema **2202**. El o los motores de software **204, 400** en los satélites individuales pueden supervisar y evaluar estos factores de rendimiento **2202**. A continuación se usan estos factores de rendimiento y sus evaluaciones **2202** para desarrollar y diseñar un nuevo satélite para la red **2204**. En una realización, estos factores de rendimiento y sus evaluaciones **2202** se usan para determinar la posición óptima del nuevo satélite **2206**. A continuación, el satélite se instala en la red **2208** a través de un lanzamiento en una

20 posición orbital preasignada. Finalmente, los satélites tienen en cuenta el nuevo satélite de la red a través de actualizaciones del estado de la red **2210**.

En otro de sus aspectos, la presente invención proporciona una comunicación por satélite terrestre móvil que tiene gran anchura de banda. El término "gran anchura de banda", tal como se usa en la presente memoria descriptiva, se

25 refiere, sin limitación, a una anchura de banda que es mayor que la anchura de banda necesaria para transmitir 500 kbps o más.

En una realización de un aspecto de la presente invención, un sistema de comunicaciones por satélite incluye tres componentes principales. Un primer componente del sistema comprende un terminal terrestre de inicio **118**. Tal

30 como se usa en la presente memoria descriptiva, terrestre se refiere a terminales que tienen su base en el espacio. Pueden estar en tierra firme, pero puede estar también en plataformas marítimas o aerotransportadas. En una realización alternativa de este aspecto de la presente invención, el primero componente del sistema comprende un grupo de terminales terrestres.

35 Tal como se muestra en la **FIG. 6**, los terminales terrestres en sí, en una realización de un aspecto de la presente invención, pueden comprender a su vez varios componentes principales. El terminal terrestre puede comprender una antena **600**, software **608** y hardware **606** para comunicarse con un satélite, lo que incluye, pero no se limita a, un satélite geoestacionario, por medio de una frecuencia de enlace ascendente **120, 216**. En una realización de este

40 aspecto de la presente invención, la antena del terminal terrestre **600** puede ser pequeña, en el intervalo de 75-2.000 centímetros cuadrados de área. En una realización la antena **600** puede ser un reflector parabólico de alta eficacia y/o un diseño de sistema en fase. La elección de la implementación de la antena puede provocar una eficacia decreciente y por tanto requerir un aumento correspondiente en el área de apertura eficaz. Este aumento en el área de apertura eficaz está determinado, al menos en parte, por el balance de enlace necesario. En una

45 realización de un aspecto de la presente invención, el balance de enlace determinado mejora extraordinariamente mediante el uso de transpondedores de alta potencia y carga útil regeneradora.

En otra realización, la frecuencia de enlace ascendente se transmite en bandas estrechas. Estas bandas estrechas tienen entre 200-250 MHz de anchura por satélite en la banda Ku. En otra realización de la presente invención, para

50 soportar comunicación con antenas de este intervalo de tamaño se aplica una coordinación con respecto al otro ingenio espacial con respecto a, pero sin limitarse a, las limitaciones de mecánica orbital, zonas de cobertura, frecuencia y tiempo. A este respecto, la dinámica de espacio-tiempo del ingenio espacial y los parámetros de comunicación se coordinan con el fin de controlar la interferencia en valores inferiores a los límites aceptables y recomendados. En particular, puede conseguirse mediante el uso de frecuencias y posiciones orbitales de empleo

55 no frecuente tales como, pero sin limitarse a ellas, órbitas geosíncronas que pueden variar con el tiempo.

Para soportar operación móvil y otras funciones, el software **608** que se ejecuta en un procesador en el terminal terrestre puede tener la capacidad de supervisar y almacenar datos desde un sensor de geoposición **612** (tal como son recibidos por sensores que reciben datos del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), Glonass, Galileo o servicios similares), así como almacenar información acerca del terminal terrestre. En otra realización de la presente

invención, el software de procesamiento interno **608** del terminal terrestre determina, entre una pluralidad de satélites en una red de satélites, un satélite con el que comunicarse que satisfaga de forma óptima un conjunto de restricciones preseleccionadas. Según un aspecto de la presente invención, el software del terminal terrestre realiza alineación y adquisición automática de un satélite. El software de procesamiento interno **608** en el terminal terrestre, asociado con otros aspectos de la presente invención, incluye software de encaminamiento de red dinámico inteligente y proceso de acceso. En una realización, en el proceso de acceso se permite que el terminal entre en la red de satélites con una base dinámica de no interferencia. En otro aspecto más de la presente invención, el software podría contener, pero no se limita a, información de identificación de terminal terrestre, información de "marca y modelo" o información de capacidad. Además, esta información puede almacenarse en una base de datos **610** u otra estructura de datos **610** accesible para el terminal terrestre.

En una realización de otro aspecto de la presente invención, el terminal terrestre contiene hardware adecuado para la comunicación con un satélite que incluye, pero no se limita a, un convertidor RF **602**, hardware de protocolo de Internet **606** y xDMA **604**.

En referencia a la **FIG. 1**, un segundo componente de un sistema de acuerdo con la presente invención es el segmento espacial. El segmento espacial puede incluir uno o una pluralidad de satélites **102**, **104**, **106**, **108** dispuestos en diversas constelaciones. Pueden colocarse múltiples satélites en el mismo "ámbito orbital" **122**. El ámbito orbital **122** se refiere al espacio restringido resultante creado por una órbita con la máxima preferencia, geostacionaria que tiene una inclinación inferior a $0,5^\circ$, aunque menos de $0,1^\circ$ puede considerarse geostacionaria (restricción en la dirección norte-sur), en la dirección este-oeste el satélite se mantiene dentro de una banda centrada en torno a una longitud intermedia con precisión similar, en cuyo caso el espacio limitado resultante se refiere como "ámbito orbital" **122** y/o se sitúa en ámbitos orbitales **122** diferentes. Tal como se muestra en la **FIG. 5**, cada satélite puede comprender varios componentes, lo que incluye pero no se limita a un encaminador **504**, un multiplexor **506**, una capacidad de procesamiento de xDMA **508**, un demodulador **510**, un modulador **512**, un decodificador de corrección de errores **518**, un codificador de corrección de errores **520**, un receptor **522**, un transmisor, una o una pluralidad de antenas de enlace ascendente **524** y de enlace descendente **526**, un controlador a bordo **528**, software **514**, lógica implementada en firmware o hardware para ejecutar estas diversas funciones y una base de datos **516**. Este y otros hardware y software adecuados trabajan conjuntamente según diversos aspectos de la presente invención, para permitir que el satélite, o una pluralidad de satélites, actúe como una "estación central" en el espacio. En una realización de la presente invención, cada satélite puede usar una arquitectura a bordo abierta.

El software y hardware a bordo, que se describe a continuación más en detalle, permite que el satélite realce funciones de gestión de datos, tales como encaminamiento y gestión de tráfico, sin necesidad de comunicarse con una estación central terrestre situada en la Tierra. Este aspecto de la presente invención, junto con la presencia de una carga útil regeneradora, permite a su vez diversas ventajas de comunicaciones. Estas ventajas incluyen pero no se limitan a enlaces "simétricos" entre dos terminales terrestres y la necesidad resultante de sólo un tipo de terminal terrestre y antena, y una arquitectura más segura, en la que la estación central está situada por encima de 35,000 kilómetros de la tierra y es por tanto relativamente invulnerable a los ataques u otros problemas. En una realización, la funcionalidad de "estación central" del segmento espacial puede estar contenida en un satélite. En una realización alternativa, la funcionalidad de estación central está distribuida entre todos los activos de segmentos espaciales. La ubicación de la estación central en el segmento espacial deriva en la necesidad de menos anchura de banda así como ahorro de tiempo cuando se transmiten comunicaciones y otras señales.

La **FIG. 30A** proporciona un ejemplo de una realización del segmento espacial. Múltiples satélites **3000**, **3002** en el segmento espacial se comunican por medio de enlaces entre satélites **3004**. El software y hardware a bordo **3006** facilita las funciones de gestión de datos descritas anteriormente, y el satélite puede transmitir una señal a otro satélite en el segmento espacial **3008** o a un terminal terrestre en el segmento terrestre **3010**.

En referencia a la **FIG. 4**, en otra realización de un aspecto de la presente invención, múltiples "motores" de software **400** se encargan de las funciones de gestión de datos a bordo. Un motor de autenticación **402** es responsable de autenticar una señal enviada desde uno o una pluralidad de terminales terrestres. Un motor de encaminamiento **404** encamina la señal autenticada. En un aspecto de la presente invención, el motor de encaminamiento determina si una señal se dirige al satélite real o comprende una señal de retransmisión que se dirige a otro satélite. En tercer lugar, un motor de gestión de red **406** gestiona la red interna del satélite. Además, un motor de gestión de instrucciones **408** procesa las señales de instrucciones de carga útil, que pueden ser instrucciones para modificar la carga útil en sí. Por otra parte, uno o más módulos de procesamiento de banda de base **410** realizan el procesamiento en la señal. Finalmente, el software que se ejecuta en el satélite comprende procesos de

operaciones de carga útil **412**, procesos de gestión de red **414** y procesos de operaciones aeroespaciales **416**.

En una realización de un aspecto de la presente invención, el software puede ejecutarse en uno o una pluralidad de procesadores. Además, en otra realización, el satélite puede usar procesadores programables del estado de la técnica para procesamiento de señales digitales lo que permite la implementación de procesamiento a bordo reconfigurable que incluye el cambio de empaquetamiento de señales y alteración de parámetros de canales a través de filtros implementados en software. Por otra parte, en una realización, la arquitectura del satélite se basa en procesadores de señales digitales reconfigurables que permiten mayores oportunidades de desarrollo en términos de configurar la gestión de redundancias de la carga útil. Así se incrementa la flexibilidad al abordar la pérdida de una o más unidades de procesamiento de señales digitales.

Según otro aspecto de la presente invención, el software, que puede incluir una base de datos, puede procesar y almacenar información de uso del satélite relevante, lo que incluye información de facturación, y otra información que puede ser objeto de supervisión y almacenamiento. Esta información puede incluir, pero no se limita a, características de rendimiento detallado de la antena del terminal terrestre que, en una realización, incluyen los patrones de radiación medidos que pueden ser características de componentes RF generales o especificadas individualmente, otros parámetros importantes para el cálculo del rendimiento del enlace, frecuencia de enlace ascendente y descendente, requisitos de calidad de servicio y clase de priorización.

Los satélites comprenden también una o una pluralidad de antenas que pueden usarse para comunicarse con otros satélites así como para difundir, tanto en unidifusión como en multidifusión, señales a los terminales terrestres en Tierra. En otra realización, el satélite usa una o una pluralidad de antenas orientables. En otra realización más, el satélite usa una o una pluralidad de antenas orientables de haz puntual. El uso de haces orientables hace que el satélite sea menos propenso a interferencias deliberadas, ya que las interferencias deliberadas en un haz en movimiento exigen que el agente de interferencias esté dentro del haz, lo que puede significar que el agente de interferencias sea detectable y se encuentre también en la esfera de influencia de una formación en movimiento que depende de la huella del satélite. Además, el tamaño de los satélites usados es menor que los satélites que se usan normalmente. En un aspecto de la presente invención, los satélites tienen una masa en el lanzamiento de 800 kg o menos.

Un tercer componente del sistema es un segundo grupo de terminal o terminales terrestres objetivo que puede incluir o no el terminal terrestre de inicio. En una realización, los terminales terrestres objetivo tienen las mismas capacidades que el terminal terrestre de inicio descrito anteriormente. Sin embargo, los terminales terrestres objetivo individuales en el grupo pueden tener diferentes componentes de hardware y software, en particular diferentes tamaños de antena. En una realización de un aspecto de la invención, los terminales terrestres objetivo comprenden al menos una antena de área comprendida entre aproximadamente 75 y 2.000 centímetros cuadrados. Además, algunos de los terminales terrestres objetivo pueden ser estacionarios mientras otros del grupo son móviles, o pueden ser todos móviles, o todos estacionarios.

En referencia a las **FIG. 7-20**, una realización de un procedimiento según la presente invención implica el inicio del servicio de comunicaciones por satélite. La realización se describe por medio de un ejemplo que implica terminales terrestres con segmento terrestre y una red de satélites de segmento espacial. El servicio de comunicación por satélite comienza, por ejemplo, por la acción de un usuario que introduce un código de autorización **700** en un terminal terrestre de inicio situado en el segmento terrestre de un sistema de comunicaciones por satélite. En una realización, el código de autorización es preasignado al terminal terrestre. En otra realización, el código de autorización se preasigna a un usuario del sistema, lo que permite el uso de cualquier terminal terrestre. En otra realización más, el código de autorización se distribuye al usuario con el terminal o con la procuración del servicio. El código de autorización puede ser también específico de un tipo de vehículo. Con el fin de iniciar el servicio, el terminal terrestre de inicio puede ser configurado **702** primero, por ejemplo, por el software interno. El terminal terrestre de inicio puede necesitar y desempaquetar una contraseña u otra información de seguridad con el fin de activar el terminal.

El terminal terrestre de inicio busca el satélite más cercano en la red **704**. En una realización, el software de procesamiento interno del terminal analiza los satélites disponibles potencialmente para comunicación y determina el satélite más apropiado. La autorización se completa en el satélite más cercano disponible en la red **706**. En otra realización, la autorización se completa sobre el satélite para comunicación más apropiado según la identificación por el terminal terrestre de inicio **706**. El satélite elegido puede ser un satélite geoestacionario, un satélite en órbita terrestre baja, o un satélite en órbita terrestre media.

Una realización de un procedimiento según la presente invención implica el uso de un servicio de comunicaciones por satélite para transmitir una comunicación entre dos puntos terrestres. La realización se describe por medio de un ejemplo que implica un terminal terrestre de segmento terrestre de iniciación, una red de satélites de segmento espacial y un terminal terrestre de segmento terrestre objetivo. El terminal terrestre de inicio envía una comunicación por medio de una frecuencia de enlace ascendente a un satélite en una red de comunicaciones por satélite. En una realización, el satélite se elige según los procedimientos presentados anteriormente **800**. En otra realización, el satélite es elegido manualmente por el operador del terminal terrestre de inicio **800**. En otra realización más, una pluralidad de posible satélites es elegida por el operador del terminal terrestre de inicio **800**. En esta realización, el terminal terrestre de inicio software compara los objetivos elegidos con una lista de objetivos alcanzados desde cada ámbito/satélite/haz **802**. En esta realización, la lista se actualiza constantemente por medio de un canal de actualizaciones del estado de la red. El terminal terrestre de inicio ensambla a continuación una señal que solicita el servicio desde el segmento espacial por medio del satélite **804**. En una realización, esta señal especifica un terminal objetivo enumerado por ámbito/satélite/haz, tipo de servicio y anchura de banda necesarios.

Una vez que el terminal terrestre ensambla la señal de petición, el motor de software del terminal terrestre analiza las rutas alternativas para llegar al terminal objetivo **806**. En una realización, el terminal terrestre de inicio determina la mejor ruta en términos de latencia, tráfico, límites de capacidad y otra información en el canal de actualizaciones del estado de la red. En otra realización, el análisis de encaminamiento se sigue realizando en el caso de usuarios clave con una capa de metaestado. El motor de software del terminal terrestre de inicio puede crear una dirección de encaminamiento **808** y un código de autorización **810** para añadirlo a la petición de señal de servicio, creando así un paquete de señales de petición **812**.

A continuación, el motor de software del terminal terrestre de inicio busca **814**, adquiere **816** y alinea **818** una antena más una configuración de parámetros de comunicación en el satélite elegido. Además, en otra realización, el motor de software del terminal terrestre de inicio busca y adquiere una descarga de archivos opcionales desde la estación central del satélite. En una realización, esta etapa se completa usando el identificador único del satélite. El motor de software empaqueta la señal de petición **820** ajustando los parámetros correctos de hardware del terminal para entrelazar, modular y codificar el paquete de señales de datos digital en una señal de microondas con parámetros apropiados para el canal de petición del satélite objetivo. El terminal terrestre de inicio envía el paquete de señales de petición al satélite elegido **822**.

El satélite elegido en el segmento espacial recibe el paquete de señales de petición **900**. A continuación el satélite activa un procedimiento para iniciar una conexión entre el terminal terrestre de inicio y el terminal terrestre objetivo. En una realización, los receptores en la carga útil del satélite reciben el paquete de señales de petición **900**. En una realización, los receptores pueden desempaquetar el paquete de señales de petición **902**. En otra realización los receptores desempaquetan el encabezamiento que contiene la dirección de encaminamiento y el código de autenticación y desempaquetan también la porción o porciones restantes de la señal. La señal desempaquetada es enviada a un motor de software a bordo para su procesamiento **904**.

Una vez recibido por el motor de software a bordo, el motor autentica el código de autenticación usando un protocolo de seguridad **906**. A continuación, en una realización la señal autenticada pasa a otro motor de software a bordo para encaminar la señal **908**. Un motor de software a bordo determina si la señal se dirige al satélite real o si es una señal para retransmisión. En una realización, en cualquier caso, la señal se pasa a otro motor de software a bordo para procesamiento **910**. El motor de software a bordo que añade la señal con la dirección de encaminamiento **912** original y un nuevo código de autenticación **914** y envía la señal de nuevo al satélite transmisor **916**. A continuación se reempaqueta la señal en una señal de enlace descendente **918**.

En una realización, todas las señales, las actualizaciones de red y otras actualizaciones de red y de canal de instrucciones requeridas se dirigen al satélite objetivo. En otra realización, todas las señales dirigidas directamente a un satélite pueden ser autenticadas por segunda vez por el motor de software a bordo por medio de un segundo código de autenticación **920**.

Si el sistema, en cualquier punto, detecta una señal no autorizada, el incidente **1000** y el origen **1002** de la señal pueden registrarse y/o se envía un mensaje a un administrador de red **1004** y un administrador de subred **1006** y/o se devuelve un mensaje de acceso denegado en el canal de instrucciones del terminal de acceso **1008**. En una realización, el incidente y el origen se registran en una base de datos a bordo del satélite. El incidente y el origen de la señal no autorizada pueden rastreadse mediante triangulación de la señal no autorizada usando información de más de un satélite de la red. A continuación puede enviarse una triangulación con éxito o parcialmente con éxito a un centro de control en un segmento terrestre.

- Después de la segunda autenticación, se pasa una señal destinada para el satélite a un motor de software a bordo **1100**. El motor de software a bordo determina si la señal es una señal de servicio, una señal de instrucción o una señal de red **1102**. Una señal de servicio, tal como una señal de petición, es interpretada por el motor de software a bordo que asigna canales al servicio solicitado y envía la información apropiada hacia delante. Se envía una señal de instrucción para modificar la configuración de la red. Una señal de red actualiza el estado de la red y el motor de software a bordo interpreta la señal para proporcionar la información más actualizada para encaminamiento dinámico por el motor de software a bordo que gestiona el encaminamiento. En una realización, las señales pueden encaminarse a diferentes motores de software a bordo **1104**.
- En una realización, la señal de servicio, de la cual un tipo es una señal de petición, es encaminada a un motor de software a bordo que interpreta la señal **1102**. Para una señal de petición, el motor de software a bordo decodifica la lista de señales de petición **1106** y la compara con la información de estado de la red almacenada a bordo **1108**. En una realización, para cualquier objetivo, el motor de software a bordo determina si se puede acceder al objetivo directamente desde ese satélite **1110**. En otra realización el motor de software a bordo determina por medio de ese haz, si existiera, si es posible acceder al objetivo directamente **1110**. En una realización alternativa, el motor de software a bordo determina el satélite adecuado, en la red de comunicaciones por satélite, para recibir la señal de retransmisión **1112** por medio de enlaces entre satélites **1114**.
- El satélite actual envía la señal de enlace descendente al terminal terrestre objetivo **1200**. El motor de software a bordo verifica el tráfico del terminal terrestre objetivo **1202**. Si el terminal terrestre objetivo está disponible, el motor de software a bordo asigna los canales **1208** y los parámetros de canales **1210** para la comunicación entre el terminal terrestre de inicio y el terminal terrestre objetivo. En una realización, el motor de software a bordo usa un motor de software a bordo que realiza el encaminamiento para añadir la dirección de encaminamiento de nuevo en el canal de control del terminal terrestre de inicio **1300**.
- En una realización, el motor de software a bordo usa un motor de software a bordo que realiza autenticación para generar un código de autenticación **1302** apropiado. La dirección de encaminamiento y el código de autenticación se combinan para formar un paquete de señal de confirmación de servicio. El motor de software a bordo también forma un segundo paquete de señal de confirmación de servicio para el terminal terrestre objetivo **1304**. Si el terminal está ocupado, el motor de software a bordo genera dos señales de denegación de servicio que indican que no existe ninguna conexión disponible **1204**. El o los paquetes de señal de confirmación de servicio **1304** o los paquetes de señal de denegación de servicio **1204** se envían al transmisor **1306**, **1206**. En una realización, el transmisor reempaqueta la señal con los parámetros de canales apropiados en una señal de enlace descendente **1308** en el canal de control terrestre objetivo **1310**.
- En una realización de otro aspecto de la presente invención, la señal de enlace descendente se envía desde un satélite que es diferente al satélite actual **1312**, es decir, el satélite actual encamina la señal a un satélite objetivo por medio de comunicación en el mismo ámbito o comunicación entre distintos ámbitos. En esta realización, el motor de software a bordo, en el satélite actual, genera un nuevo paquete de señales de petición **1400** con un nuevo contenido de dirección de encaminamiento, código de autenticación y señal de petición apropiada para el satélite objetivo. El motor de software a bordo puede usar otros motores de software a bordo que gestionan el encaminamiento y la autenticación para generar el nuevo paquete de señales de petición. El motor de software a bordo envía el nuevo paquete de señales de petición al enlace entre satélites **1402**. En una realización, el motor de software a bordo también genera una serie de paquetes de señal de confirmación de servicio de nuevo para el terminal terrestre de inicio con información de canal para los canales retransmitidos **1404**. En otra realización, el motor de software a bordo actualiza la información de red dinámica **1406** y pasa la actualización a todos los terminales que cubre **1408** y a todos los demás satélites en el segmento espacial a través de una cadena de satélites por medio de una difusión de la actualización de estado **1410**. Cada satélite de la cadena puede estar equipado con dos enlaces entre satélites en los que un nuevo satélite se conecta con un extremo suelto de la cadena mientras que algunos elementos de la cadena se conectarán dentro del ámbito orbital y otros permitirán la comunicación entre ámbitos orbitales.
- A continuación, el terminal terrestre de inicio recibe los paquetes de confirmación de servicio o denegación de servicio **1500**. En una realización, el terminal terrestre de inicio desempaqueta **1502**, autentica **1504** e interpreta **1506** estos paquetes. El terminal terrestre de inicio configura un canal de comunicación **1508** y envía un inicio de paquete de señal de servicio de comunicación al satélite elegido **1510**. El satélite elegido recibe el inicio de paquete de señal de servicio de comunicación **1600**, lo autentica **1602** y lo encamina apropiadamente **1604**, a otros satélites **1608** y/o a otros terminales terrestres objetivo **1606**. En una realización, el paquete de señal de servicio es recibido

por un motor de software a bordo, mientras que las etapas de encaminamiento y autenticación son procesadas por motores de software a bordo que gestionan el encaminamiento y la autenticación, respectivamente.

Los terminales terrestres objetivo también reciben las señales de confirmación de servicio **1700** y configuran los canales de comunicaciones. En una realización, estos terminales terrestres objetivo puede pasar después a modo escucha **1706**. En otra realización, estos terminales terrestres objetivo envían una señal de petición de canal de retorno **1708**.

El terminal terrestre objetivo recibe **1700**, desempaqueta, autentica **1702** e interpreta **1704** el inicio de señal de comunicación y devuelve una señal de toma de contacto abierto de canal al terminal terrestre de inicio **1710**.

El satélite recibe **1800**, autentica **1802** y encamina **1804** la señal de toma de contacto abierto de canal al terminal terrestre de inicio. En una realización, la señal de toma de contacto abierto de canal es recibida por un motor de software a bordo, mientras que las etapas de encaminamiento y autenticación son gestionadas por motores de software a bordo que procesan el encaminamiento y la autenticación, respectivamente.

El terminal terrestre de inicio recibe **1900**, desempaqueta **1902**, autentica **1904** e interpreta **1906** la señal de toma de contacto abierto de canal y después inicia la transmisión **1908**.

Para finalizar la transmisión, el terminal terrestre de transmisión envía una señal de terminación **2000**. El satélite recibe la señal de terminación **2002** y pone fin a la conexión **2004**. El satélite transmite la señal de terminación al terminal terrestre objetivo y el terminal terrestre objetivo cierra el canal configurado **2006**. El canal configurado puede conservarse en periodos silentes sin terminación y puede ponerse en modo "espera" hasta que la señal reaparece, lo que puede ocurrir debido a un bloqueo o a desvanecimientos temporales del enlace. Sin embargo, esta situación puede verse como permanente si el periodo silente se extiende durante un periodo de tiempo más largo que el periodo de fin que puede definirse según las características esperadas del enlace en la carga del transpondedor.

La capacidad de operar a partir de un único canal de usuario con múltiples objetivos ya se ha integrado en la comunicación punto a punto descrita anteriormente. En una realización, los terminales terrestres objetivo pueden distribuirse en varios satélites, o haces. En cada caso, el motor de software a bordo es suficientemente robusto para dividir la señal de petición y crear señales de confirmación de servicio intermedias más grupos de señales de retransmisión con canales virtuales. Para terminales objetivo no cubiertos por el satélite actual, el motor de software a bordo creará un único paquete de confirmación de servicio y lo enviará a otro u otros satélites apropiados en la red de comunicaciones por satélite. En una realización, el terminal terrestre de inicio sólo tendrá que configurar un canal de enlace ascendente para la difusión. El terminal terrestre de inicio inicia el servicio en cuanto recibe su primera señal de toma de contacto abierto de canal, es decir, no tiene que esperar una señal de confirmación de servicio o una señal de denegación de servicio de cada terminal objetivo. En otra realización, el terminal terrestre de inicio no tiene que esperar a la primera señal de toma de contacto abierto de canal para iniciar el servicio.

Una red que comprende un aspecto de la presente invención aloja múltiples comunicaciones punto a punto, por ejemplo, tal como podría suceder en una situación de conferencia. En este caso, el procedimiento de comunicación punto a punto puede seguirse en las dos direcciones. Un motor de software a bordo identifica la necesidad de comunicaciones bidireccionales y, por tanto, una señal de confirmación de servicio dirigida a cada terminal terrestre objetivo incluye instrucciones para asignar canales de recepción y transmisión. Un terminal terrestre puede tener que esperar una señal de toma de contacto abierto de canal antes de iniciar su propia difusión. Alternativamente, un terminal terrestre no necesita esperar a una señal de toma de contacto abierto de canal antes de iniciar su propia difusión.

Tal como se muestra en la **FIG. 23**, una realización de un aspecto de la presente invención proporciona el permiso a un usuario para que acceda al control de un satélite o de componentes específicos de un satélite. Un usuario solicita el control directo de uno o una pluralidad de satélites y/o componente(s) de satélites **2300** enviando una señal de petición desde un terminal terrestre de inicio. Esta señal de petición se envía por medio de una frecuencia de enlace ascendente a un satélite. Al recibir la señal de petición **2302**, el satélite desempaqueta la señal y encamina la petición a un motor de software apropiado. El motor de software recibe la identificación del usuario a partir de la petición y determina el nivel de privilegio del usuario **2304**. En una realización alternativa, el motor de software recibe la identificación del terminal terrestre de inicio a partir de la petición y determina el nivel de privilegio del terminal. En una realización, el nivel de privilegios de cada usuario y terminal terrestre en la red aprobados reside en una base de datos situada en cada satélite de la red. Para determinar el nivel de privilegio del usuario o terminal **2304**, en esta realización, el motor de software apropiado realiza una correspondencia entre la identificación del usuario, recibida

en la petición de enlace ascendente, y un código de privilegio almacenado en la base de datos.

Puede aplicarse una pluralidad de códigos de privilegio a una pluralidad correspondiente de niveles de acceso de cliente. En una realización de este aspecto de la presente invención, el motor de software determina si el usuario o terminal específico que solicita el control del satélite tiene el nivel de acceso de cliente apropiado para conceder la petición **2306**. Si el nivel de acceso de cliente no es adecuado, el motor de software envía una señal de denegación de servicio por medio de una frecuencia de enlace descendente al terminal terrestre de inicio **2310**. Si el nivel de acceso de cliente es adecuado, el motor de software envía una señal de confirmación de servicio al usuario por medio de una frecuencia de enlace descendente al terminal terrestre de inicio **2308**. En otra realización, el motor de software también envía una señal de confirmación de servicio a otros terminales terrestres dentro de la red **2312**.

Tal como se muestra en **FIG. 24**, en una realización de la presente invención, la señal de petición especifica una solicitud para el control manual de una o una pluralidad de antenas orientables en el satélite. Después de que el usuario recibe una señal de confirmación de servicio, el usuario puede controlar, desde el terminal terrestre de inicio, una o una pluralidad de antenas orientables **2400**. En una realización de este aspecto de la invención, el usuario introduce los datos de geoposición correspondientes al área de cobertura del satélite deseada en el terminal terrestre de inicio **2402**, que se empaqueta en una señal de orden de carga útil **2404**.

Una vez que este tipo de terminal terrestre específico es aprobado para controlar la antena/haz de satélite orientable, en una realización el terminal terrestre transmitirá automáticamente los datos de posición al satélite. Cuando el terminal terrestre se mueve, continuará enviando automáticamente datos de geoposición al satélite. Los datos de geoposición pueden enviarse incluso si el terminal terrestre no está en movimiento.

El satélite recibe **2406** y desempaqueta **2408** la señal de orden de carga útil y encamina la señal a un motor de software **2410** apropiado. El motor de software usa los datos de geoposición enviados desde el terminal terrestre para cambiar la dirección de apuntamiento de la antena **2412** hacia un lugar especificado. A continuación se envía el nuevo apuntamiento de geoposición de la antena al terminal terrestre de inicio. En otra realización, el nuevo apuntamiento de geoposición de la antena también es enviado a otros terminales terrestres dentro de la red. Además, en una realización de este aspecto de la presente invención, el usuario puede terminar su control manual sobre las antenas **2414** o introducir nuevos datos de geoposición.

En referencia a la **FIG. 25**, en una realización de la presente invención, la señal de petición especifica una petición para rastrear un terminal terrestre móvil mediante una de las antenas orientables en el satélite. Después de que el usuario recibe una señal de confirmación de servicio **2500**, el usuario solicita el seguimiento enviando datos de identificación del terminal objetivo en el terminal terrestre de inicio **2502**. En una realización alternativa de este aspecto de la presente invención, el usuario envía también alternativamente datos de geoposición del terminal objetivo en el terminal terrestre de inicio. El terminal objetivo puede ser el terminal iniciador u otro terminal terrestre.

En una realización de un aspecto de la presente invención, los datos de identificación del terminal objetivo se empaquetan en una señal de enlace ascendente **2504**. En una realización alternativa de la presente invención, los datos de identificación del terminal objetivo y datos de geoposición del terminal objetivo se empaquetan en una señal de enlace ascendente **2504**. Además, en una realización, la señal de enlace ascendente se envía al satélite **2506** y el satélite recibe **2508**, desempaqueta **2510** y encamina **2512** la señal de enlace ascendente a un motor de software apropiado. Por otra parte, tal como se muestra en la **FIG. 26** en una realización de un aspecto de la presente invención, el motor de software usa datos de identificación del terminal objetivo y determina la geoposición actual de ese terminal objetivo **2600**. En una realización alternativa de este aspecto de la presente invención, el motor de software determina los datos de geoposición del terminal objetivo desde la señal de enlace ascendente **2600**.

Por otra parte, el motor de software determina la zona de cobertura actual de la antena para control **2602** y compara esta zona con los datos de geoposición del terminal objetivo **2604**. El satélite puede comparar la información de geoposición de diversas formas. En una realización, el satélite puede comparar los datos de geoposición correspondientes al centro de la huella de una antena con los datos de geoposición enviados por el usuario que corresponden a la posición actual del terminal terrestre objetivo. Esta comparación puede estar sujeta en general a error **2606**, que después se corrige para asegurar una cobertura apropiada por parte de la antena. En un aspecto de la presente invención, el error se corrige a través de la orientación de la antena **2514**, **2608**. Este procedimiento de recepción de los datos de geoposición, que crea un valor de error y corrige el valor de error, es procesado automáticamente y en tiempo real a bordo del satélite **2610**, al contrario del procesamiento a través de una estación central terrestre situada en el segmento terrestre. En una realización de un aspecto de la presente invención, el sistema ejecuta el procedimiento de forma continua, mientras que en una realización alternativa de este aspecto de

la presente invención el sistema ejecuta el procedimiento en intervalos predeterminados. En una realización de un aspecto de la presente invención, es posible especificar cambios consecutivos de la zona de cobertura mientras se realizan medidas de nivel de señal para calcular la geoposición de una señal de interferencias deliberadas por triangulación. A continuación pueden encaminarse los datos de geoposición de la señal de interferencias deliberadas al segmento terrestre y el o los usuarios específicos.

Finalmente, el procedimiento continúa hasta que se encuentra **2516**, **2614** una orden de interrupción **2612**. Esta orden de interrupción **2612** puede adoptar muchas formas. En una realización, el usuario puede solicitar que termine la funcionalidad de control del satélite. En otra realización, la orden de interrupción **2612** puede derivarse de la orientación de la antena fuera de un área predeterminada. En esta última realización, el servicio de control del satélite puede terminar o continuar. Si el servicio continúa, la petición se encamina a otro satélite en el sistema y el procedimiento de supervisión del terminal móvil de bucle cerrado es procesado a bordo del nuevo satélite. En otras realizaciones más de este aspecto de la presente invención, pueden programarse otros desencadenantes predeterminados de órdenes de interrupción **2612** en el satélite. Estos desencadenantes pueden estar relacionados con la facturación, restricciones geográficas y limitaciones de cobertura del sistema general o de interferencia.

En referencia a la **FIG. 27**, la señal de petición, en un aspecto de la presente invención, especifica una petición de control manual de la posición orbital de uno o una pluralidad de satélites. Después de que el usuario recibe una señal de confirmación de servicio **2700**, el usuario puede controlar desde el terminal terrestre de inicio la posición orbital de uno o una pluralidad de satélites. En otra realización, otros terminales terrestres dentro de la red también reciben una señal de confirmación de servicio. En una realización de este aspecto de la presente invención, el usuario introduce datos de geoposición correspondientes a la zona de cobertura de satélite deseada en el terminal terrestre de inicio **2702**, que se empaqueta en una señal de orden de carga útil **2704**. El satélite recibe **2706** y desempaqueta **2708** la señal de orden de carga útil y encamina la señal a un motor de software **2710** apropiado. El motor de software usa los datos de geoposición enviados desde el terminal terrestre para mover el satélite al lugar especificado **2712**. A continuación se envía la nueva geoposición del satélite al terminal terrestre de inicio. En otra realización, la nueva geoposición del satélite se envía también a otros terminales terrestres dentro de la red. Además, en una realización de este aspecto de la presente invención, el usuario puede poner fin a su control manual sobre los satélites **2714** o introducir nuevos datos de geoposición.

En referencia a la **FIG. 28**, en una realización de la presente invención, la señal de petición especifica una petición para rastrear un terminal terrestre móvil cambiando la posición orbital de un satélite. Después de que el usuario recibe una señal de confirmación de servicio **2800**, el usuario solicita el seguimiento mediante el envío de datos de identificación del terminal objetivo en el terminal terrestre de inicio **2802**. En una realización alternativa de este aspecto de la presente invención, el usuario envía también datos de geoposición del terminal objetivo en el terminal terrestre de inicio. El terminal objetivo puede ser el terminal de inicio u otro terminal terrestre.

En una realización de un aspecto de la presente invención, los datos de identificación del terminal objetivo se empaquetan en una señal de enlace ascendente **2804**. En una realización alternativa de la presente invención, los datos de identificación del terminal objetivo y los datos de geoposición del terminal objetivo se empaquetan en una señal de enlace ascendente **2804**. Además, en una realización, la señal de enlace ascendente se envía al satélite **2806** y el satélite recibe **2808**, desempaqueta **2810** y encamina **2812** la señal de enlace ascendente a un motor de software apropiado. Por otra parte, tal como se muestra en la **FIG. 29** en una realización de un aspecto de la presente invención, el motor de software usa datos de identificación del terminal objetivo y determina la geoposición actual de ese terminal objetivo **2900**. En una realización alternativa de este aspecto de la presente invención, el motor de software determina los datos de geoposición del terminal objetivo desde la señal de enlace ascendente **2900**.

Por otra parte, el motor de software determina la zona de cobertura actual del satélite para su control **2902** y compara esta zona con los datos de geoposición del terminal objetivo **2904**. El satélite puede comparar la información de geoposición de diversas formas. En primer lugar, el satélite puede comparar los datos de geoposición correspondientes al centro de la huella de un satélite con los datos de geoposición enviados por el usuario correspondientes a la posición actual del terminal terrestre objetivo. Esta comparación puede producir en general un valor de error **2906**. Seguidamente, este valor de error debería ser corregido para asegurar una cobertura apropiada por parte del satélite. En un aspecto de la presente invención, el valor de error se corrige a través del cambio de la posición orbital del satélite **2814**, **2908**. Este procedimiento de recepción de datos de geoposición, que crea un valor de error y corrige el valor de error es procesado a bordo el satélite **2910**, al contrario que el procesamiento a través de una estación central terrestre situada en el segmento terrestre. En una realización de un aspecto de la presente invención, el sistema ejecuta el procedimiento de forma continua, mientras que en una realización alternativa de este

aspecto de la presente invención, el sistema ejecuta el procedimiento en intervalos predeterminados.

Finalmente, el procedimiento continúa hasta que se encuentra **2816, 2914** una orden de interrupción **2912**. Esta orden de interrupción **2912** puede adoptar muchas formas. En una realización, el usuario puede solicitar la terminación de la funcionalidad de control del satélite. En otra realización, la orden de interrupción **2912** puede proceder del movimiento del satélite fuera de un área predeterminada. En esta realización, el control del satélite servicio puede terminar o continuar. Si el servicio continúa, la petición se encamina a otro satélite en el sistema y el procedimiento de seguimiento del terminal móvil de bucle cerrado se lleva a cabo a bordo del nuevo satélite. En otras realizaciones más de este aspecto de la presente invención, pueden programarse en el satélite otros desencadenantes predeterminados de órdenes de interrupción **2912**. Estos desencadenantes predeterminados pueden estar relacionados con la facturación, restricciones geográficas, interferencias o limitaciones de cobertura del sistema en general.

Si el nivel de privilegio del usuario lo permite, un aspecto de la invención permite al usuario conmutar entre el control de las antenas del satélite y la posición orbital del satélite en sí. Por ejemplo, en esta realización, la señal de petición puede especificar que las antenas del satélite sigan a uno o una pluralidad de terminales terrestres móviles en un intervalo de zonas predeterminado. Cuando las antenas del satélite apuntan hacia fuera de esta zona predeterminada, un motor de software cambia el control de ajustar las antenas a cambiar la posición orbital del satélite con el fin de llevar el seguimiento de uno o una pluralidad de terminales terrestres móviles. En una realización alternativa, el usuario solicita el control sobre la posición orbital del satélite en sí para una zona predeterminada. Cuando el satélite se mueve más allá de esta zona predeterminada, un motor de software conmuta el control desde cambiar la posición orbital del satélite a ajustar las antenas para llevar el seguimiento de uno o una pluralidad de terminales terrestres móviles.

En una realización de un aspecto de la presente invención, el máximo nivel de privilegio de usuario del sistema puede permitir al usuario conocer la existencia de un agente de interferencias deliberadas en un haz en particular, si una cobertura de haz en particular incluye un activo de seguimiento hostil potencial y otros activos disponibles en el haz. Además, en esta realización, el usuario puede usar esta información para optimizar la elección de la ruta para una señal. Esta realización se describe por medio de un ejemplo en el que un usuario intenta enviar órdenes seguras en un servicio de comunicaciones por medio de una red de comunicaciones por satélite a una zona hostil que incluye señales de comunicaciones hostiles y activos de inteligencia. En este ejemplo de una realización de la presente invención, el usuario puede determinar que existen tres satélites colocados con tres haces que se solapan en un objetivo deseado. En esta situación, el usuario puede determinar que uno de los haces produce interferencias de forma activa y que otro tiene una potencia superior que el tercero y podría incluir un elemento de interceptación pasiva hostil. Dado que esta información se comunica al usuario, el usuario, o un software de optimización a bordo, puede encaminar la señal por medio del tercer haz, que tiene menor probabilidad de ser interceptado u objeto de interferencias deliberadas.

Según otro aspecto de la presente invención, se factura al usuario según el uso real de una red de comunicaciones por satélite. Un satélite, en la red, puede iniciar un registro de facturación según el uso real por referencia a un reloj interno para almacenar un tiempo de inicio que corresponde al comienzo de las comunicaciones por satélite. En una realización, el satélite se refiere a este reloj, una vez que se ha aprobado el acceso al satélite para el usuario. Dado que la aprobación puede permitir diversos usos de los satélites de la red, un satélite puede almacenar, además del registro del tiempo de inicio, el modo de uso del satélite. Por ejemplo, en una realización, el satélite recibe una señal de petición para el control directo de una antena de satélite y registra un indicador, en un registro de facturación, correspondiente a esta forma de uso.

Por otra parte, un satélite puede usar su reloj interno para almacenar la cantidad de tiempo durante el cual un usuario usa una funcionalidad en particular. Por ejemplo, en una realización, el usuario puede solicitar inicialmente la funcionalidad de comunicaciones por satélite pero después puede solicitar la capacidad de controlar directamente una antena de satélite. En esta realización, el satélite almacena los tiempos de inicio y de fin del periodo de comunicación así como los tiempos de inicio y de fin del control directo del satélite de la antena.

Por otra parte, en otra realización, el satélite puede capturar otra información relacionada con la facturación asociada con parámetros de servicio tales como caudal de velocidad binaria, itinerancia, control del satélite, orientación del haz, niveles de seguridad, clase de prioridad, tamaño del terminal o los terminales de inicio, tamaño de los terminales objetivo y otra información de facturación.

En otra realización de la presente invención, el satélite supervisa el caudal en lugar del tiempo total usado. En esta

realización, el software en el satélite supervisa y almacena de forma continua la cantidad total de datos transmitida durante una sesión específica. El satélite almacena la cantidad de datos transmitidos al final de la sesión.

5 En otra realización de la presente invención, el satélite supervisa el tiempo de itinerancia del usuario durante una sesión. Cuando la sesión termina, el tiempo de itinerancia total se almacena en un registro relacionado con el usuario en una base de datos.

10 En otra realización, se carga al usuario una tarifa genérica de registro y licencia de uso del sistema y después se le factura de acuerdo con el tiempo real usado o la cantidad de datos transferida.

15 La información de facturación puede almacenarse en una estructura de datos, que incluye una base de datos o un registro de detalle de llamadas identificado para el titular de la cuenta, los llamantes de inicio y de fin y/u otra información de identificación única, accesible por parte de los motores de software. En una realización, la información de facturación se transfiere automáticamente con los datos del cliente, con independencia del origen, el lugar o el tipo de dispositivo de comunicación usado, cuando un usuario accede dentro de, a o desde una red de satélites.

20 En otra realización, el sistema de facturación puede incluir uno o más niveles de servicio y facturación. En esta realización, la información de facturación incluye los diversos grados de control por el cliente de la subred y la carga útil. Además, la información de facturación puede incluir varios niveles de seguridad y calidad de servicio. La información de calidad de servicio puede incluir antenas orientables controladas por el cliente y control por el cliente del movimiento del satélite real.

25 En una realización adicional de la presente invención, el software a bordo del satélite genera declaraciones de facturación enviadas electrónicamente al o a los usuarios del sistema. En una realización de un aspecto de la presente invención, un motor de software en el satélite indaga en una base de datos que contiene información de facturación. En una realización, la consulta recupera la información de facturación necesaria para formar una factura. La factura puede calcularse de diversas maneras, en las que la manera específica depende del tipo de información de facturación usado. Por ejemplo, en una realización, el satélite usa la cantidad real de tiempo en que un usuario usó la funcionalidad de las comunicaciones por satélite de la red y aplica una tarifa plana para este uso real. Alternativamente, el satélite puede usar la forma de usar la información de facturación para aplicar una tarifa diferencial que tenga en cuenta los diversos procedimientos de uso de la red, es decir, la aplicación de tarifas diferentes para el control del satélite de la antena en oposición a una comunicación básica punto a punto en la red.

35 En una realización de la presente invención, la factura es una descripción de elementos lineales de uso y cargas por dichos usos. Además, en una realización, el motor de software formatea la información de facturación en una forma organizada y empaqueta la información formateada en una señal de enlace descendente. Por otra parte, el satélite transmite la señal de enlace descendente que comprende la información formateada para un terminal terrestre específico o un grupo de terminales terrestres. La señal de enlace descendente puede encriptarse para proteger el secreto de la información.

40 En una realización, el procedimiento para generar declaraciones de facturación se realiza a bordo de un satélite. Alternativamente, pueden usarse múltiples satélites para generar una declaración de facturación. Por otra parte, la declaración de facturación puede generarse en el nivel del terminal terrestre.

45 En una realización de la invención, una o una pluralidad de satélites inician un registro de facturación cuando se recibe una señal de canal de toma de contacto abierta desde un terminal terrestre objetivo. En una realización de un aspecto de la presente invención, el registro puede residir en un satélite o puede extenderse entre múltiples satélites de la red. El registro puede iniciarse de diversas formas. En una realización que presenta un servicio punto-multipunto, un satélite inicia un registro en cuanto el terminal de difusión recibe su primera señal de toma de contacto abierto de canal. Alternativamente, con un servicio punto-multipunto, un satélite inicia un registro en cuanto el terminal de difusión envía un paquete de señal de servicio de inicio de llamada en enlace ascendente hasta un satélite.

55 Además, el registro puede cerrarse de diversas formas. En una realización, el registro termina cuando el enlace ascendente original envía una señal de terminación de llamada. Alternativamente, el registro puede terminar cuando se encuentra una condición predeterminada, de la cual un ejemplo es el movimiento de la antena fuera de un área geográfica específica. En este punto, el satélite almacena la transferencia de datos y el tiempo a bordo en una estructura de datos que puede incluir una base de datos. En una realización alternativa, el registro de la información

anterior puede implementarse en los terminales terrestres en lugar, o además, de a bordo del o los satélites.

En una realización alternativa de un aspecto de la presente invención, la información relativa al uso de una red de comunicaciones por satélite puede almacenarse en una estructura de datos que puede incluir una base de datos.

5 Además, el sistema puede supervisar y almacenar estadísticas de eficiencia en relación con la red. En otra realización de la presente invención, el sistema supervisa y almacena información relativa al número de usuarios de la red, la cantidad de anchuras de banda, las anchuras de banda usadas con el tiempo, los tipos de servicios solicitados, estadísticas de encaminamiento y máximos con el tiempo. En una realización alternativa, el sistema supervisa y almacena información relativa a todas las actividades necesarias con el fin de optimizar con la máxima
10 eficacia la red. La información de uso de la red de comunicaciones por satélite puede encriptarse por motivos de seguridad.

En una realización de otro aspecto de la presente invención, el sistema transmite la información de facturación a bordo y de uso de la red por medio de una señal de enlace descendente a un administrador del sistema. La
15 transmisión puede realizarse sobre una base mensual u otro tipo de base periódica. El sistema puede transmitir la información a petición desde un administrador del sistema.

En referencia a la **FIG. 32**, una realización de sistemas y procedimientos según otro aspecto de la presente invención implica la comunicación con satélites por medio de antenas no conformes **3200**. La realización se describe
20 por medio de un ejemplo que implica terminales terrestres **3202**, uno o una pluralidad de satélites **3204**, **3206**, una base de datos de coordinación, un cálculo de interferencias y patrones de radiación electromagnética de la antena, ilustrados por dos lóbulos principal **3208** y lateral **3210**, que se determinan mediante medidas o cálculos que usan un dispositivo de simulación de antena. En una realización, el dispositivo de simulación de antena realiza cálculos del patrón de rendimiento de radiación de la antena.

25 Una realización de un aspecto de la presente invención implica un dispositivo integrado en terminales terrestres **3202**, en particular terminales terrestres móviles. El dispositivo realiza cálculos de interferencia para determinar si una antena de terminal terrestre **3200** puede conectarse con un sistema de satélites **3204**. El dispositivo puede recibir información relativa a coordenadas geográficas del terminal terrestre **3202** para su coordinación así como
30 parámetros de transmisión relevantes, posiciones orbitales de satélites **3206** en las regiones no conformes de las zonas de radiación de la antena **3210**, la cobertura de satélite correspondiente **3212**, planificación de frecuencias y tiempos. En una realización, el dispositivo usa esta información para realizar una actualización y un cálculo realista de interferencias para el terminal terrestre móvil **3202** en el entorno actual. En una realización de la presente invención, el dispositivo determina si el terminal terrestre móvil **3202** puede actuar de forma segura y la magnitud de
35 operación disponible en el entorno actual. En otra realización, el dispositivo puede determinar posibles posiciones para operaciones de no conformidad.

Otro aspecto de la presente invención proporciona una base de datos de coordinación. En una realización, la base de datos de coordinación está situada a bordo de uno o una pluralidad de satélites en una red de comunicaciones
40 por satélite. En una realización alternativa, la base de datos puede estar situada en cualquier lugar de un segmento terrestre. En otra realización alternativa más, la base de datos de coordinación está situada en un terminal terrestre. En una realización de la presente invención, la base de datos de coordinación lleva un seguimiento de las coordenadas geográficas de la cobertura del satélite **3218**, las posiciones orbitales de satélites en la flota de comunicaciones por satélite, la frecuencia y la planificación temporal en tiempo real.

45 Una realización de un aspecto de la presente invención es un procedimiento para proporcionar a los usuarios la capacidad de comunicarse con satélites usando sistemas normalmente no conformes. En una realización de la invención, el usuario suministra a un operador datos relativos al sistema no conforme. En un aspecto de la presente invención, los datos relativos al sistema no conforme comprenden geometría de la antena, diseño de la antena,
50 patrones de la radiación medida, información del equipo de radiofrecuencia ("RF"), frecuencia, niveles de potencia, anchura de banda y formas de onda. Además, en una realización de la presente invención, el sistema explora la capacidad del satélite en el que las regiones que se verán afectadas por la no conformidad de la antena carecen de satélites que operen en la misma banda de frecuencias. En una realización alternativa de la presente invención, el sistema explora la capacidad del satélite en la que los satélites que se verán afectados por la no conformidad de la
55 antena no tienen la misma zona de cobertura **3212**, **3220**. Alternativamente, el sistema puede explorar cuándo los satélites que se verán afectados por la no conformidad de la antena no tienen el mismo plan de frecuencias en la banda de frecuencias afectada por la transmisión de no conformidad. En una realización, el dispositivo explora la capacidad disponible en un balance de enlace **3214** y no según las interferencias. En esta realización, se establece un balance de enlace **3214** apropiado para el terminal **3202** y el satélite para comunicación **3204**, con el resultado de

una propagación de la densidad de potencia hacia los satélites vecinos **3206**. Además, en esta realización, una base sin interferencia significa que debería ser posible probar que la radiación perjudicial potencial procedente de la fuente no provocará ninguna interferencia en los satélites de servicio vecinos **3216**. A modo de ejemplo, en esta realización, si el satélite vecino **3206** no tiene la misma zona de cobertura **3212** que transmite **3210** el terminal de interferencia **3202** no será un problema. A modo de otro ejemplo, en esta realización, si el satélite vecino **3206** no usa la misma frecuencia que el terminal de interferencia **3202** no será un problema. En una realización alternativa, el sistema puede usar parámetros de transmisión RF ortogonales a la transmisión propuesta o parcialmente ortogonal-ortogonal a la cantidad necesaria con el fin de pasar a estar en conformidad con respecto a las densidades de potencia transmitidas para permitir la transmisión. Por otra parte, en el terminal terrestre **3202** se integra un dispositivo que intenta usar la red de comunicaciones por satélite.

En una realización de un aspecto de la presente invención, cuando el terminal terrestre **3202** intenta conectarse con la red de comunicaciones por satélite, la antena del terminal terrestre **3200** apunta hacia un satélite objetivo **3204**. Antes de iniciar la conexión del satélite, el terminal terrestre **3202** transmite datos de geoposición a un motor de software o al dispositivo. El terminal terrestre **3202** transmite las configuraciones de equipo necesarias a un motor de software o al dispositivo, y la señal de satélite recibida a un motor de software o al dispositivo. El dispositivo realiza un cálculo de interferencia actualizada, según un aspecto de la presente invención, para el terminal terrestre **3202** y el dispositivo determina si el terminal terrestre **3202** puede operar en el entorno actual y la magnitud en la que el terminal terrestre **3202** puede operar. El dispositivo transmite una señal de confirmación/denegación al terminal terrestre **3202** que indica si el terminal terrestre **3202** puede conectarse de forma segura con la red de comunicaciones por satélite. Si el dispositivo transmite una señal de confirmación, el terminal terrestre **3202** se conecta a la red de comunicaciones por satélite por medio de un satélite **3204**. El dispositivo supervisa de forma continua el entorno de interferencia. En esta realización, si el dispositivo determina que el entorno de interferencia se ha deteriorado, el dispositivo puede enviar una instrucción de cierre al terminal terrestre **3202**. Tras recibir la instrucción de cierre, la transmisión cesa.

Otros objetos, ventajas y realizaciones de los diversos aspectos de la presente invención serán evidentes para los expertos en la materia de la invención y se encuentran dentro del alcance de la descripción y las figuras adjuntas. Por ejemplo, aunque sin limitación, podrían reordenarse los elementos estructurales o funcionales, o reordenarse las etapas del procedimiento, consistentes con la presente invención. Análogamente, los procesadores o bases de datos pueden comprender un único elemento o una pluralidad de dispositivos acoplados por red, bus de datos u otra vía de información. Análogamente, los principios según la presente invención, y los sistemas y procedimientos que los comprenden, podrían aplicarse a otros ejemplos, que, aunque no se describan específicamente en detalle, podrían encontrarse sin embargo dentro del alcance de la presente invención.

35

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para controlar una antena de un satélite en una red de comunicaciones por satélite, en el que el satélite comprende un procesador de software a bordo y la antena es orientable y tiene una huella de cobertura, estando el procedimiento **caracterizado por** las etapas siguientes:
- 5
- (a) empaquetado de una señal de enlace ascendente (2504) con datos en relación con un terminal terrestre objetivo en la red de comunicaciones por satélite y envío de la señal de enlace ascendente (2506) al satélite, en el que los datos se seleccionan entre el grupo que consiste en datos de identificación, datos de geoposición y combinaciones de los mismos;
- 10
- (b) recepción, demodulación y desempaquetado de la señal de enlace ascendente (2510) para determinar la geoposición actual del terminal terrestre objetivo;
- 15
- (c) comparación de los datos de geoposición (2604) correspondientes al centro de la huella de cobertura actual de la antena para control con la geoposición actual del terminal terrestre objetivo;
- (d) creación de un valor de error (2606) basándose en la comparación; y
- 20
- (e) corrección del error (2608) orientando la antena para control con el fin de garantizar la cobertura del terminal terrestre objetivo,
- en el que las etapas (b)-(e) son realizadas en tiempo real por el procesador de software a bordo (400).
- 25
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el terminal terrestre objetivo es de tipo no espaciado y se selecciona entre el grupo que consiste en terminales en tierra firme, terminales en plataformas marítimas y terminales en plataformas aerotransportadas.
3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la señal de enlace ascendente (2504) se empaqueta con datos de identificación y datos de geoposición del terminal terrestre objetivo.
- 30
4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el procedimiento se ejecuta de forma continua hasta que se recibe una orden de interrupción (2612).
- 35
5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el procedimiento se ejecuta en intervalos predeterminados hasta que se recibe una orden de interrupción.
6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la zona de cobertura de la antena para control está sujeta a cambios consecutivos.
- 40
7. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la señal de enlace ascendente (2804) es enviada por el terminal terrestre objetivo.
8. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la señal de enlace ascendente (2804) es enviada por un terminal terrestre que no es el terminal terrestre objetivo.
- 45
9. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el procedimiento efectúa cambios consecutivos de la zona de cobertura mientras realiza medidas de nivel de señal para calcular la geoposición de un terminal terrestre que no es el terminal terrestre objetivo.
- 50
10. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la señal de enlace ascendente se empaqueta también con un código de autorización (700), y comprende además las etapas de autenticación del código de autorización y autorización de la comunicación por el procesador de software a bordo (400).

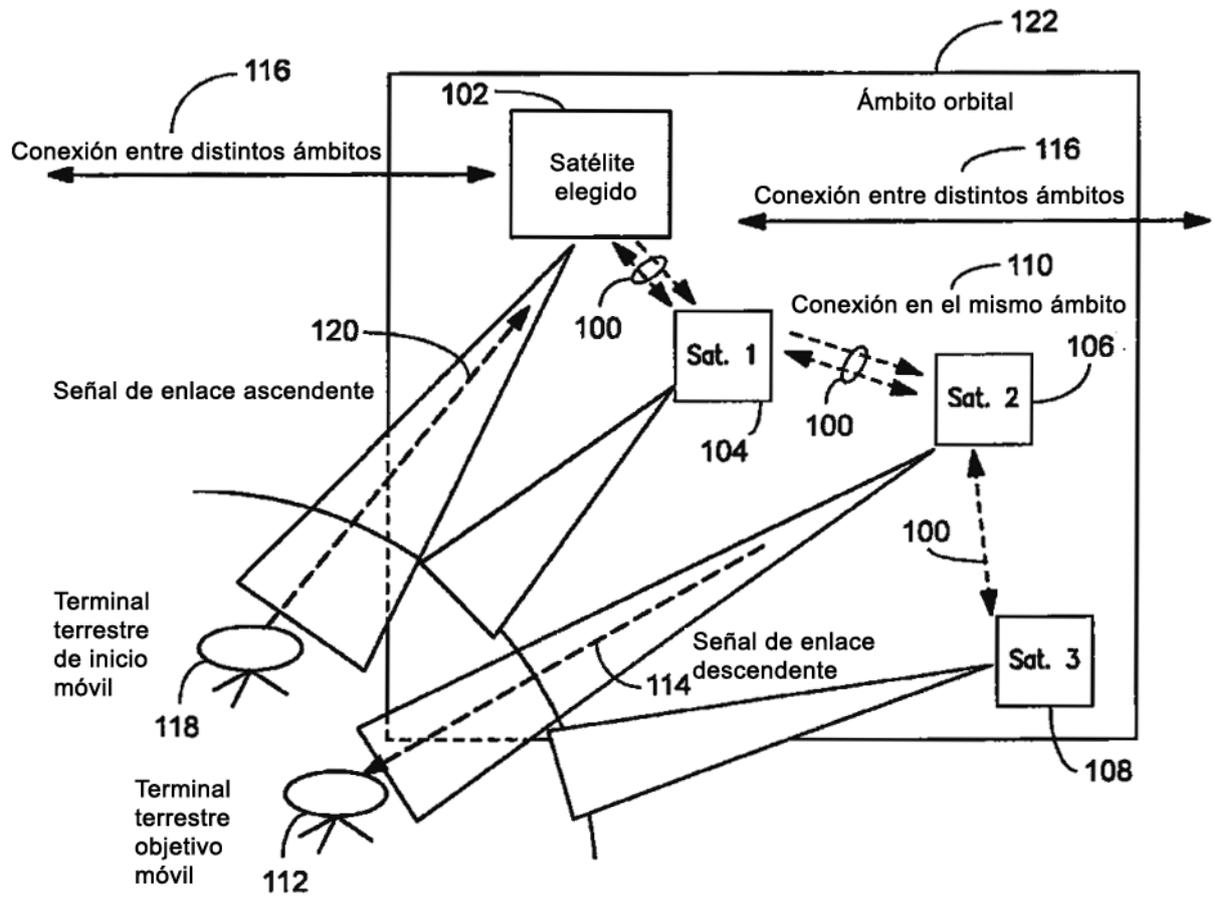


FIG. 1

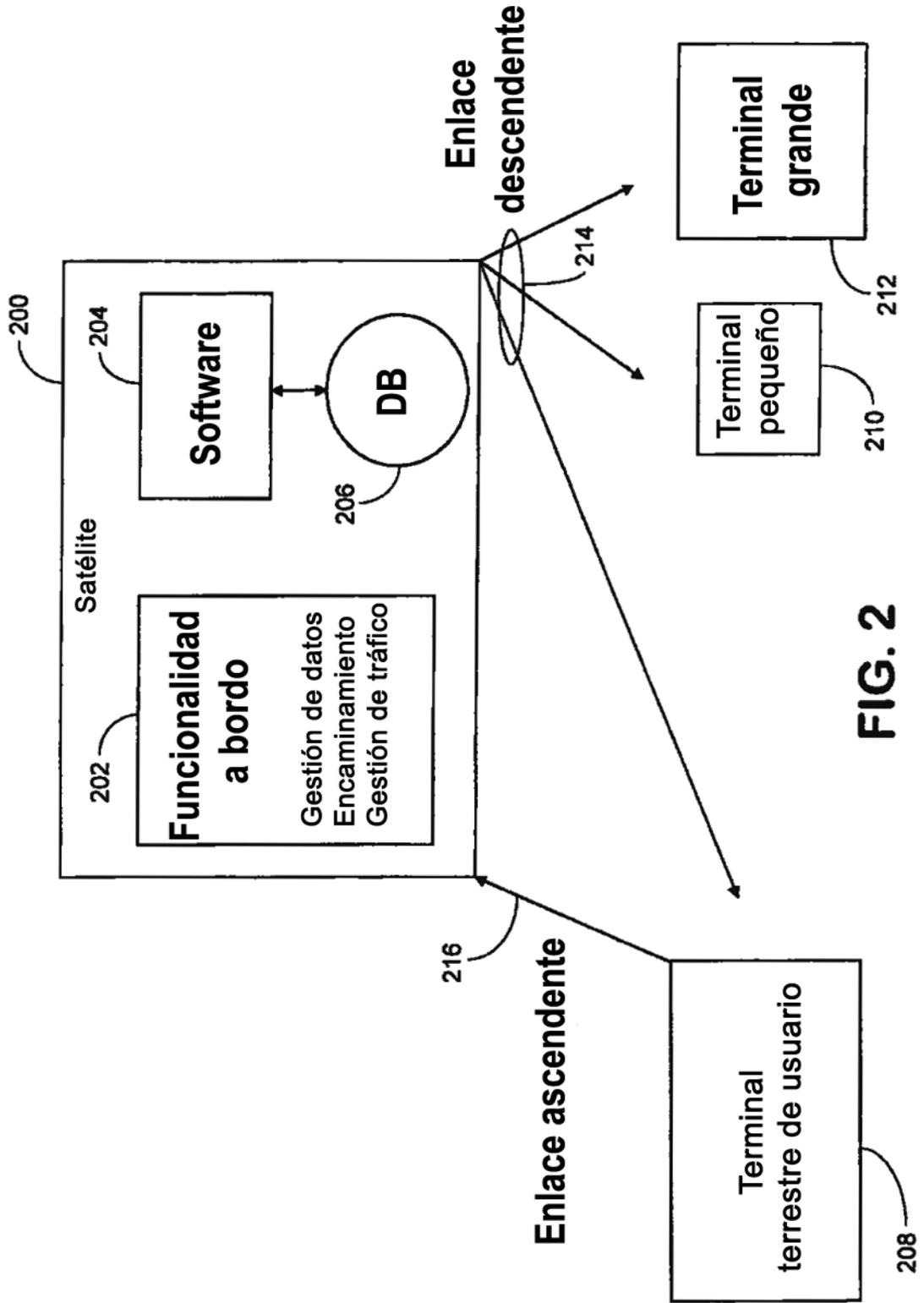


FIG. 2

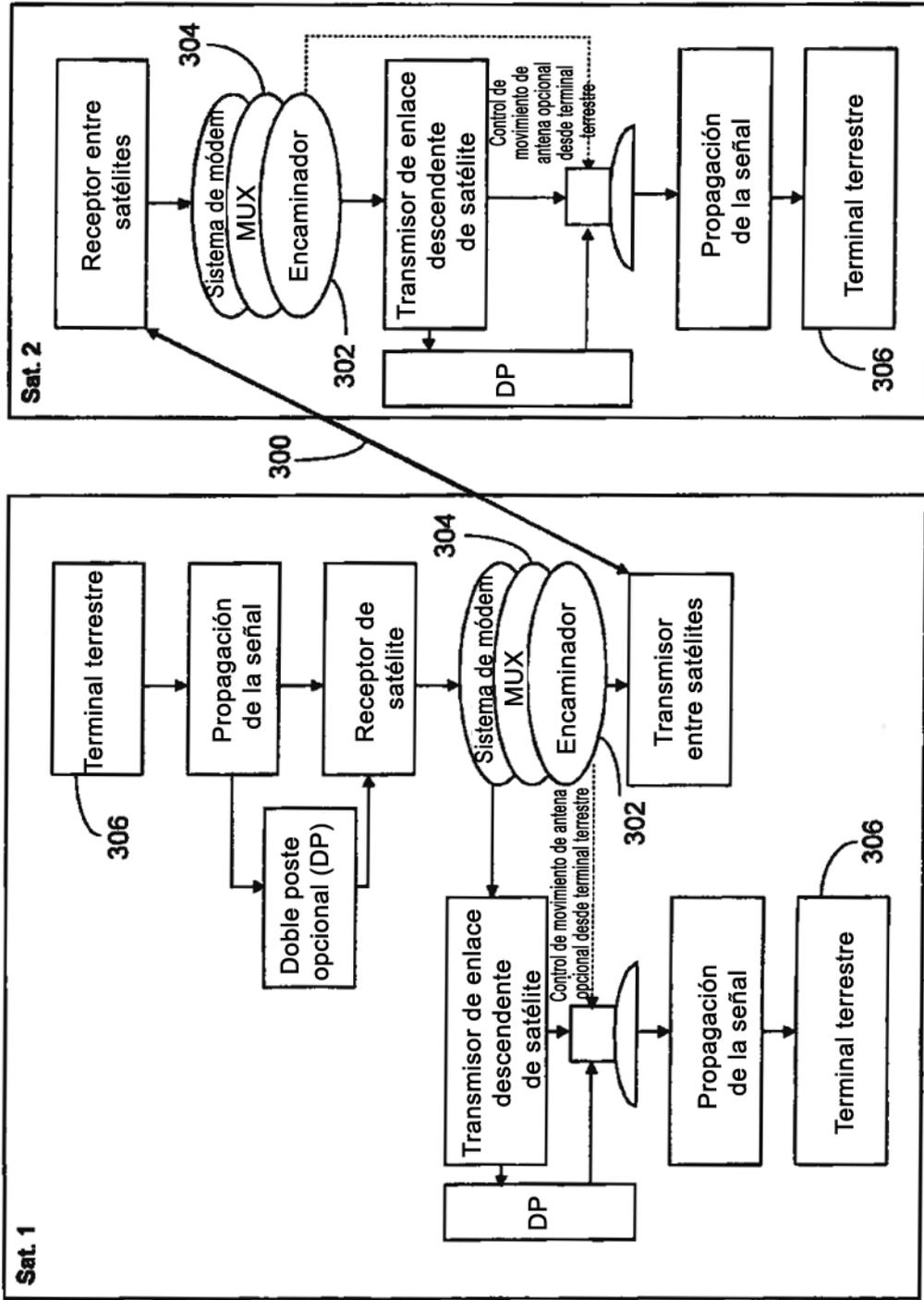


FIG. 3

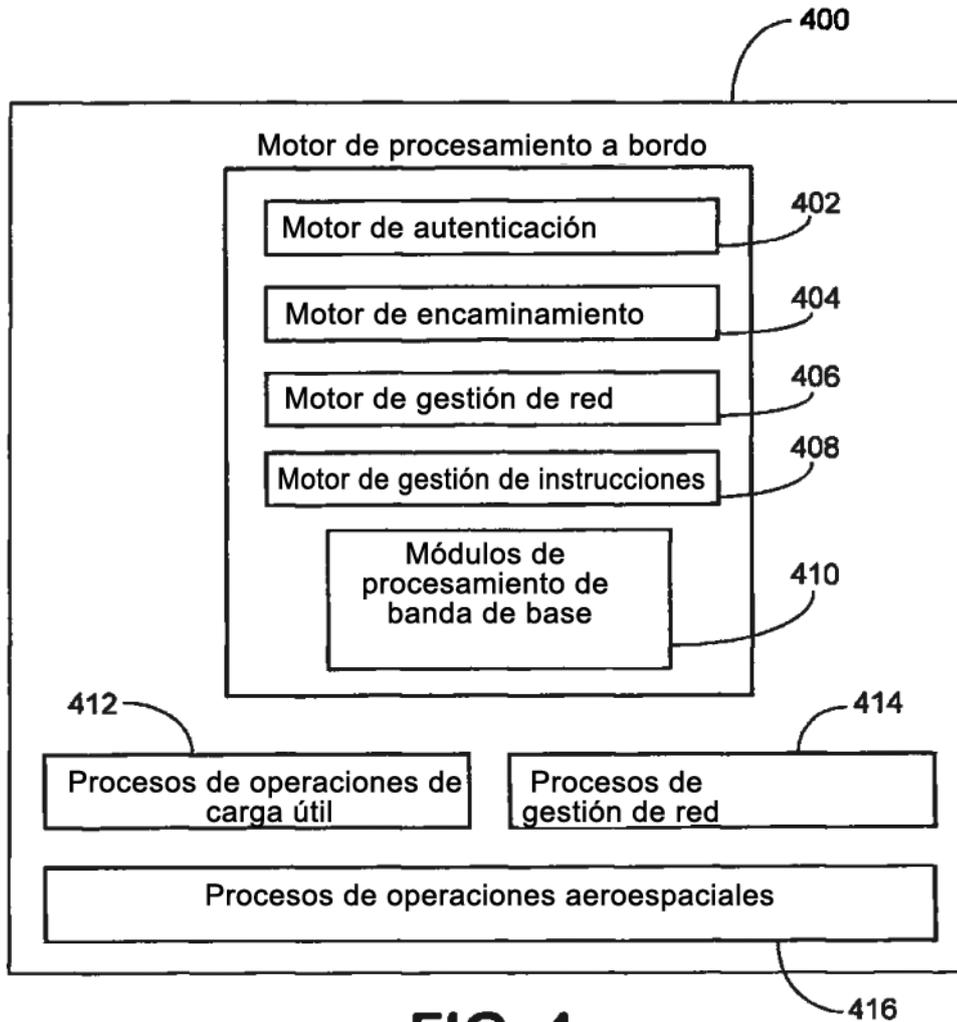


FIG. 4

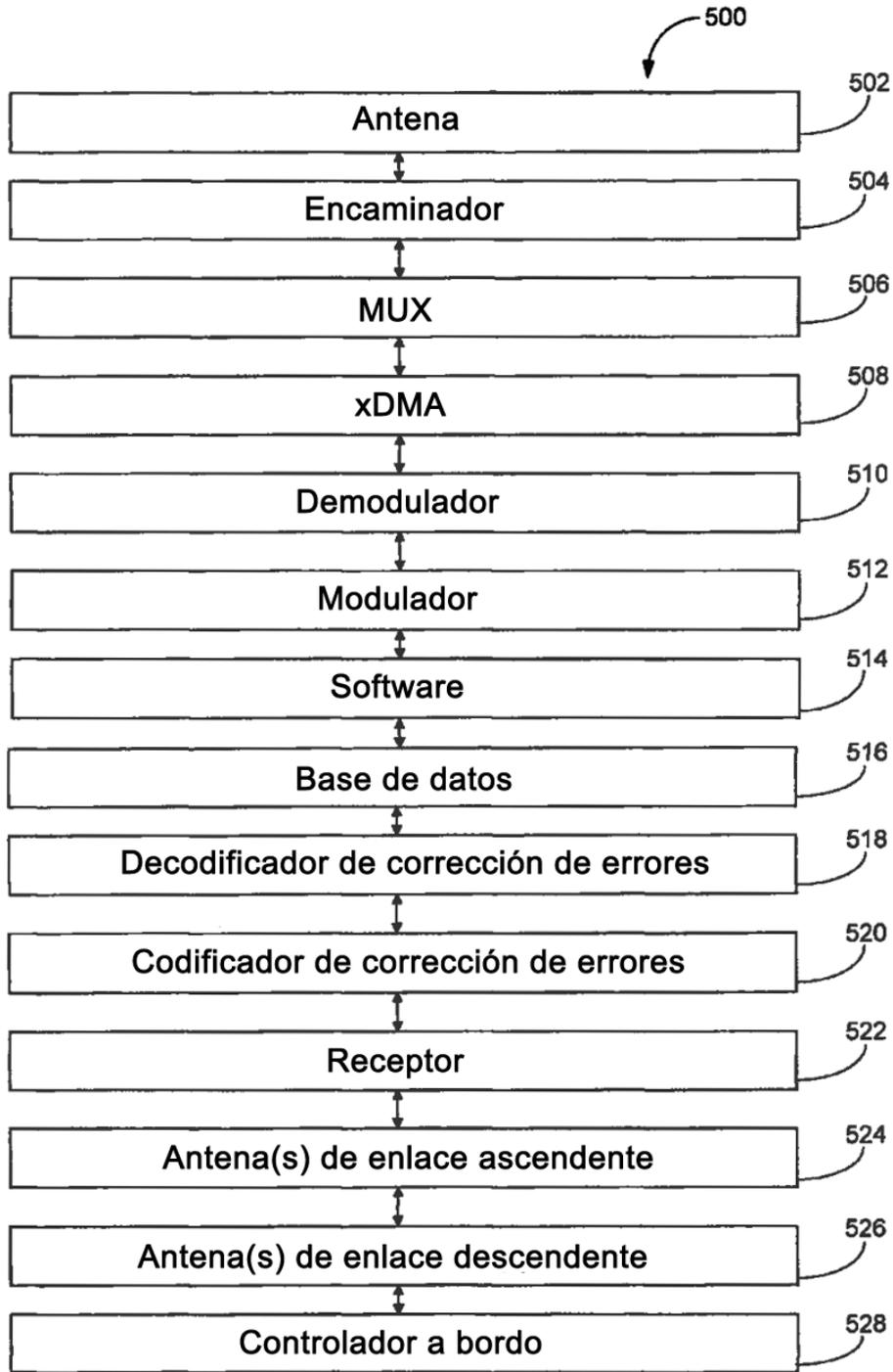


FIG. 5

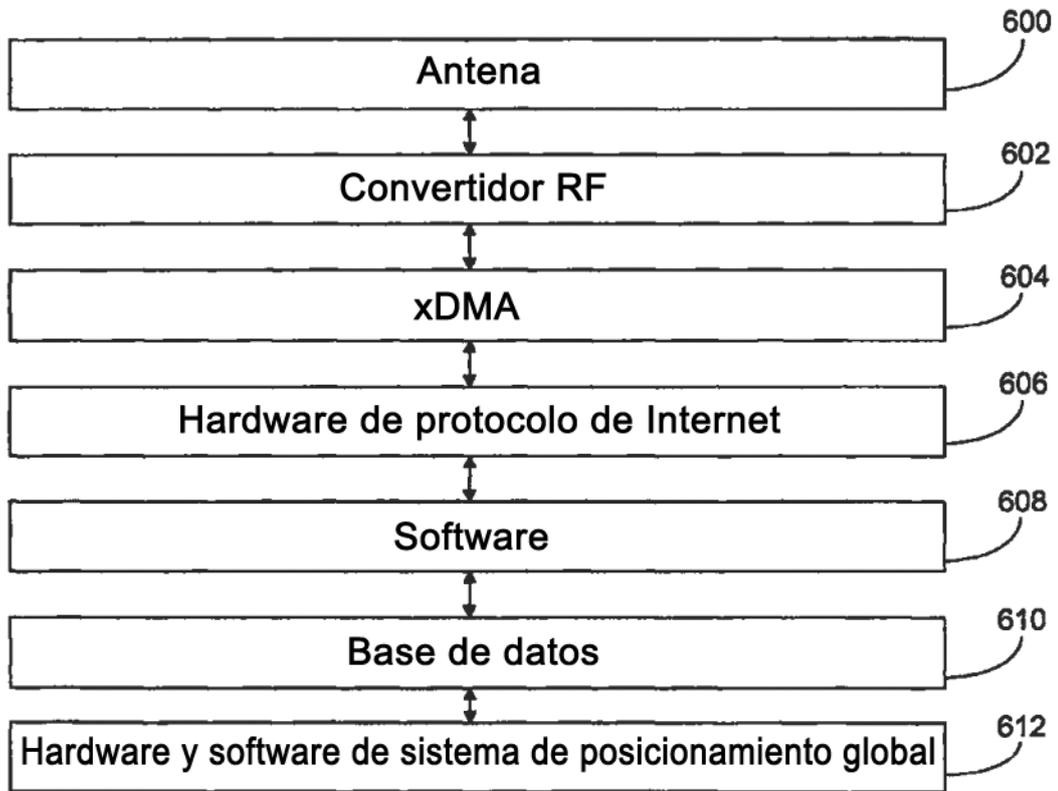


FIG. 6

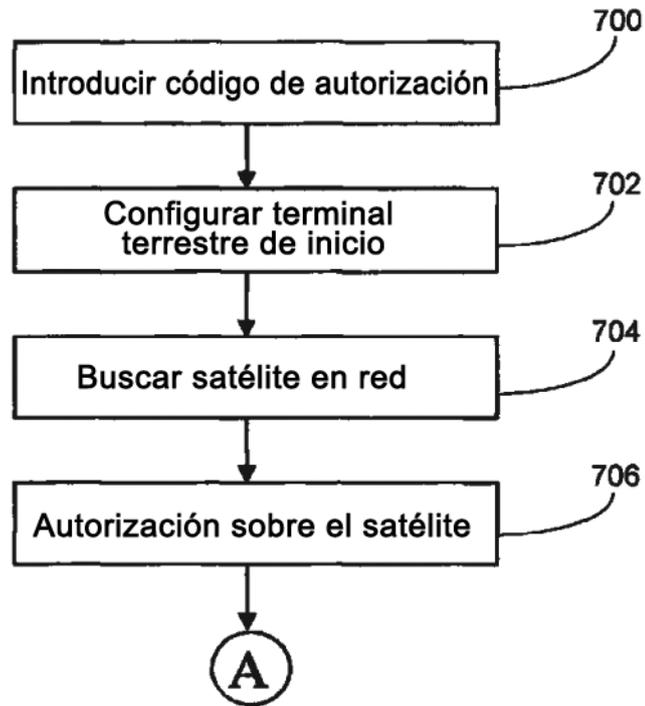


FIG. 7

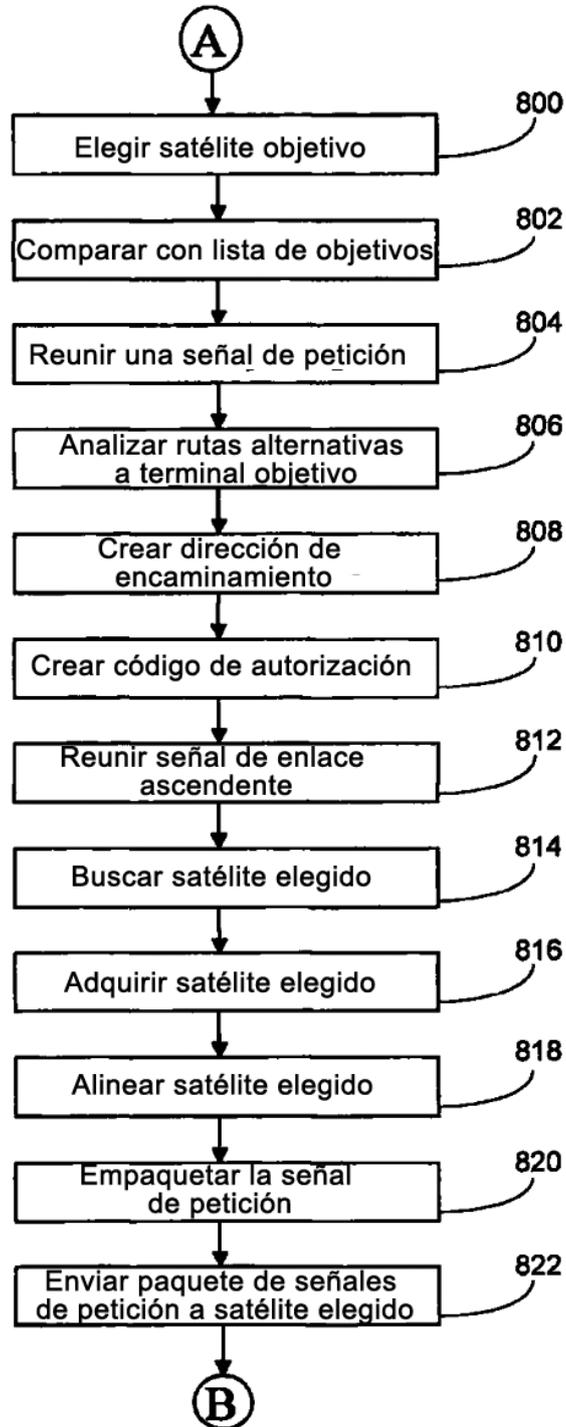


FIG. 8

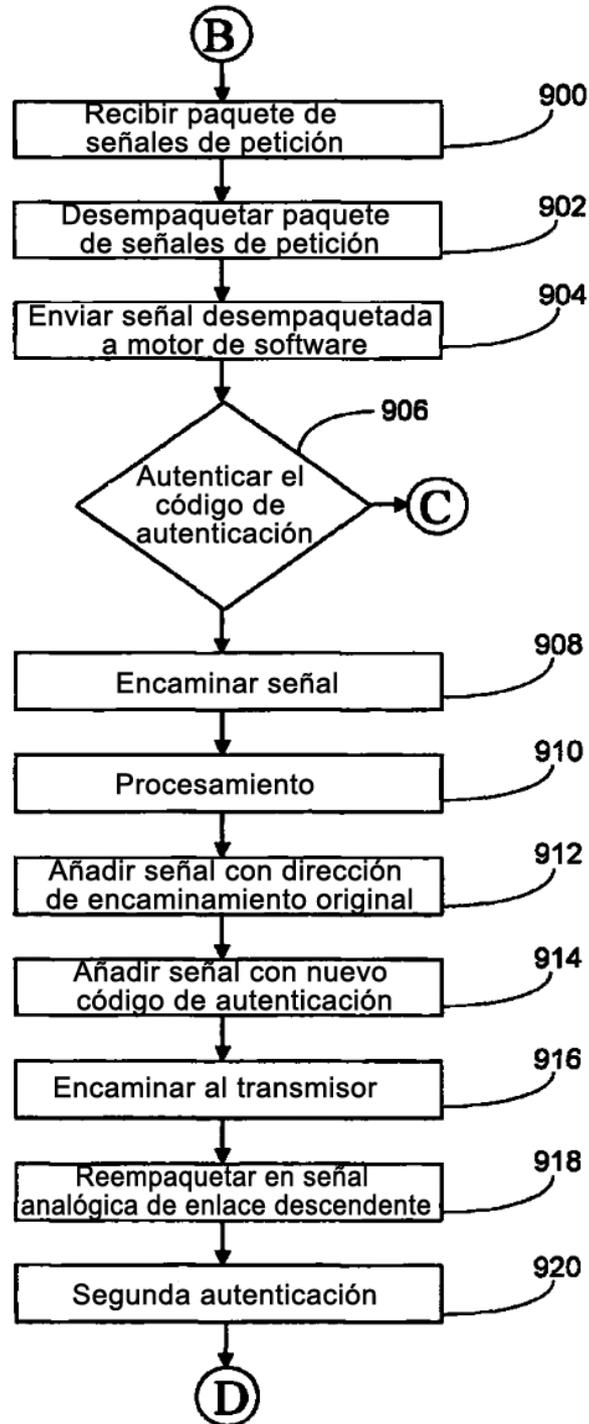


FIG. 9

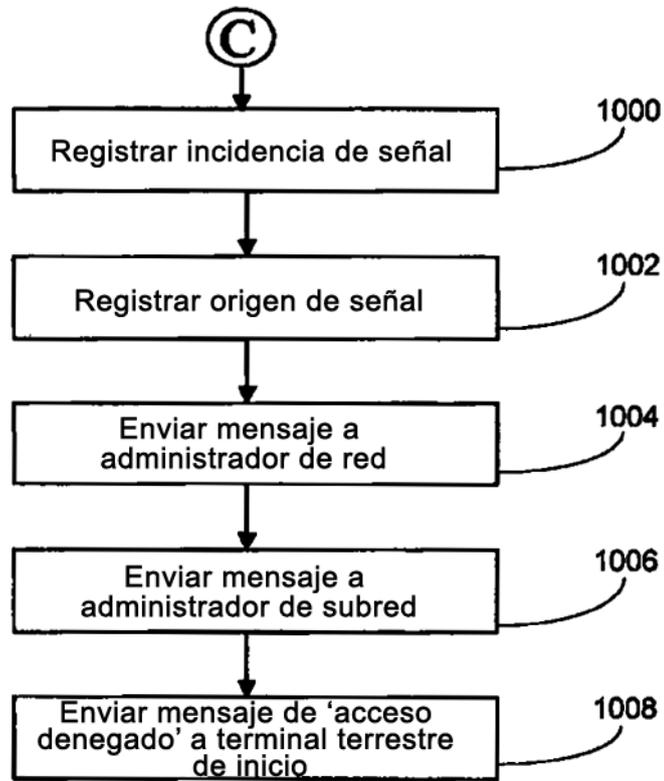


FIG. 10

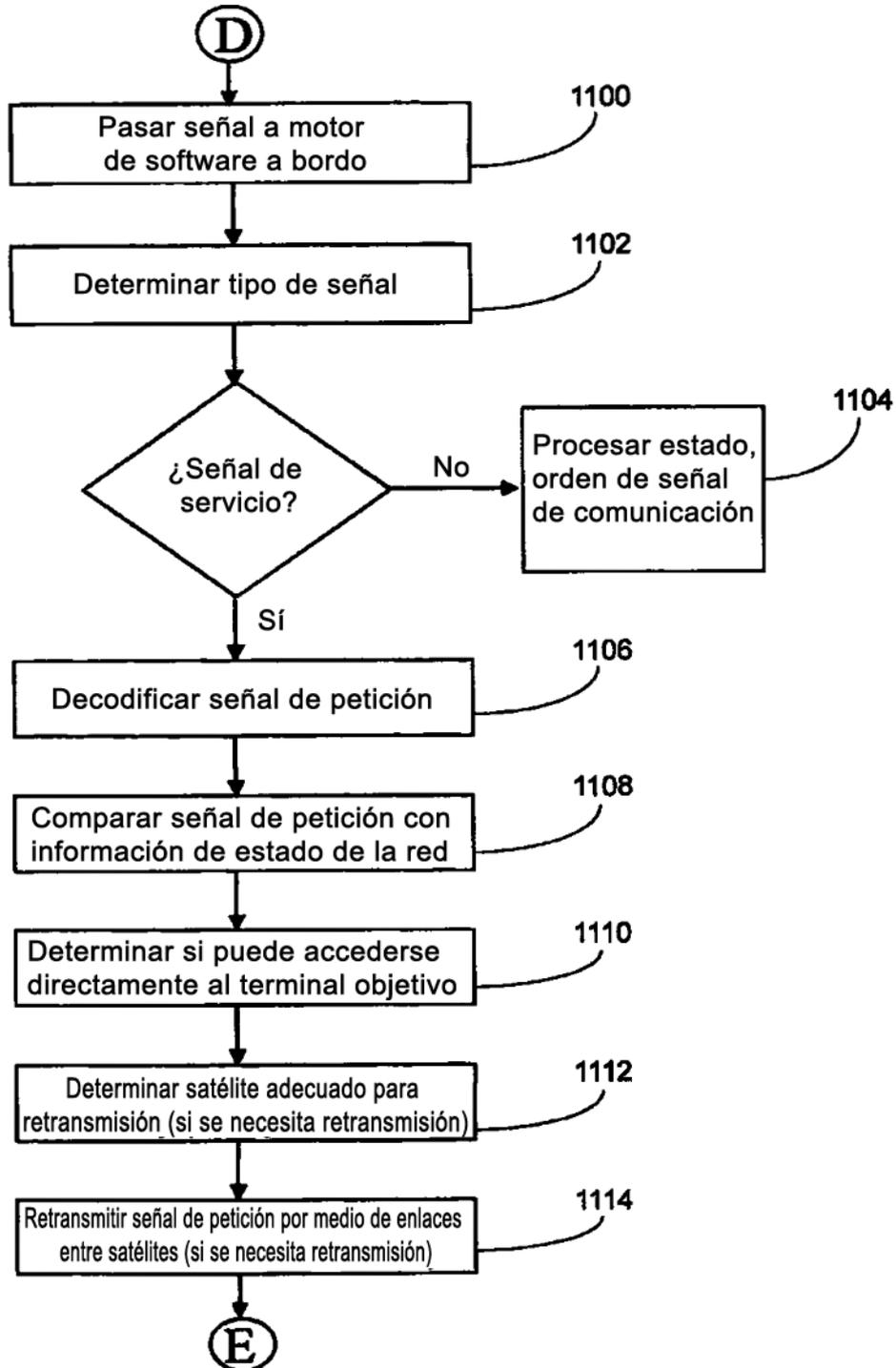


FIG. 11

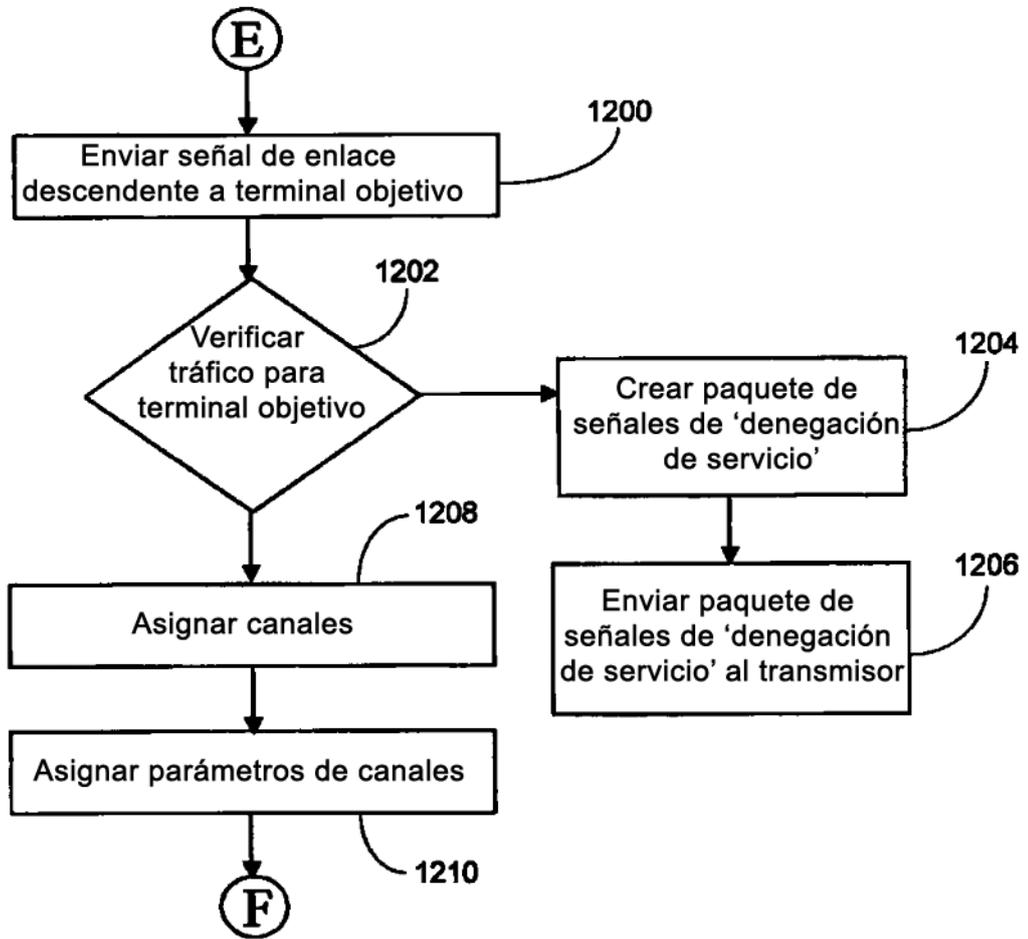


FIG. 12

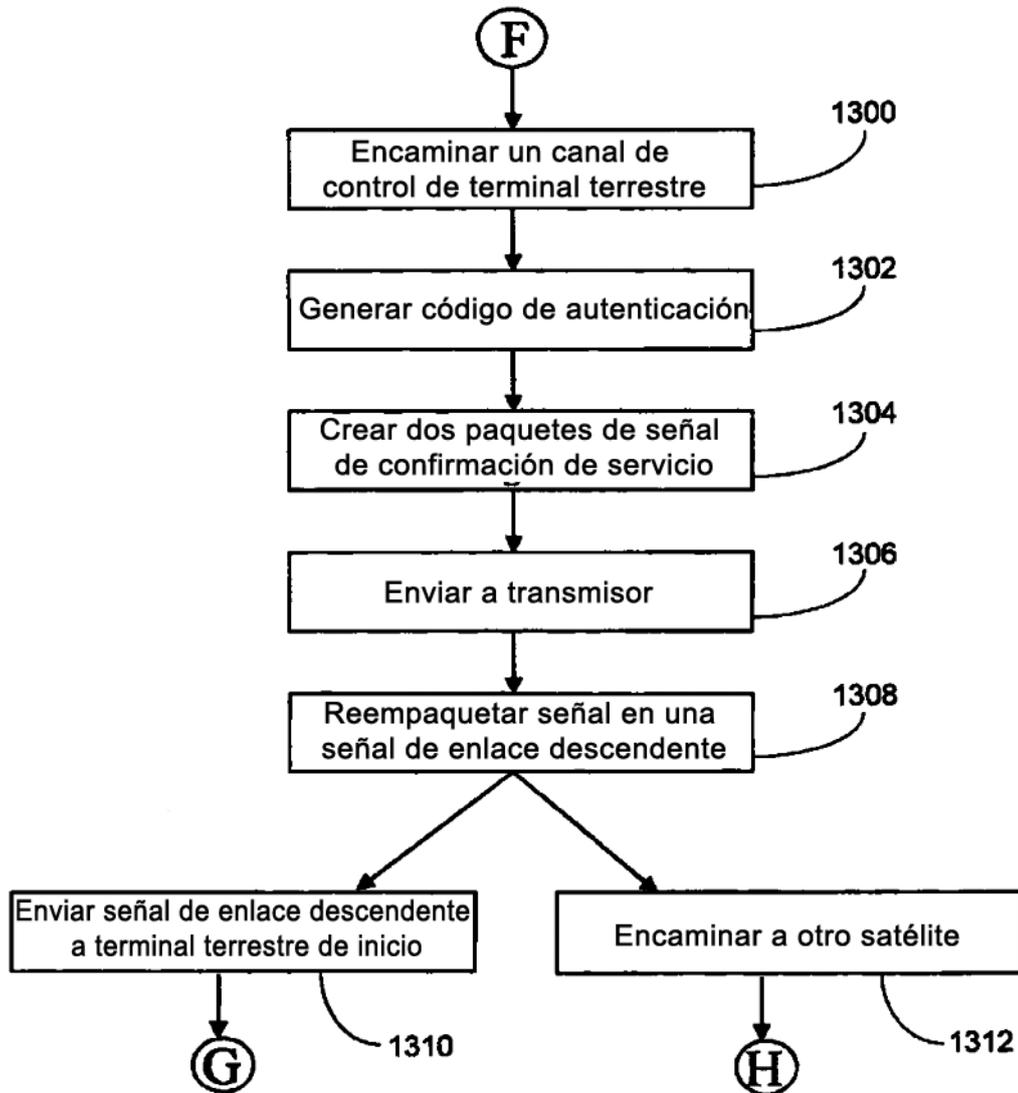


FIG. 13

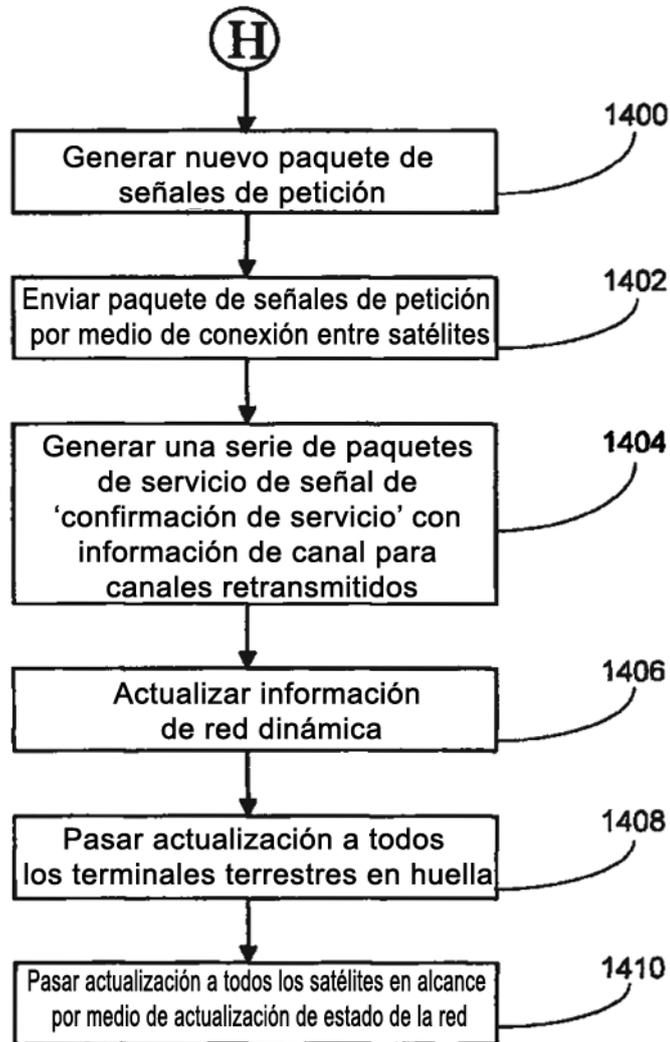


FIG. 14

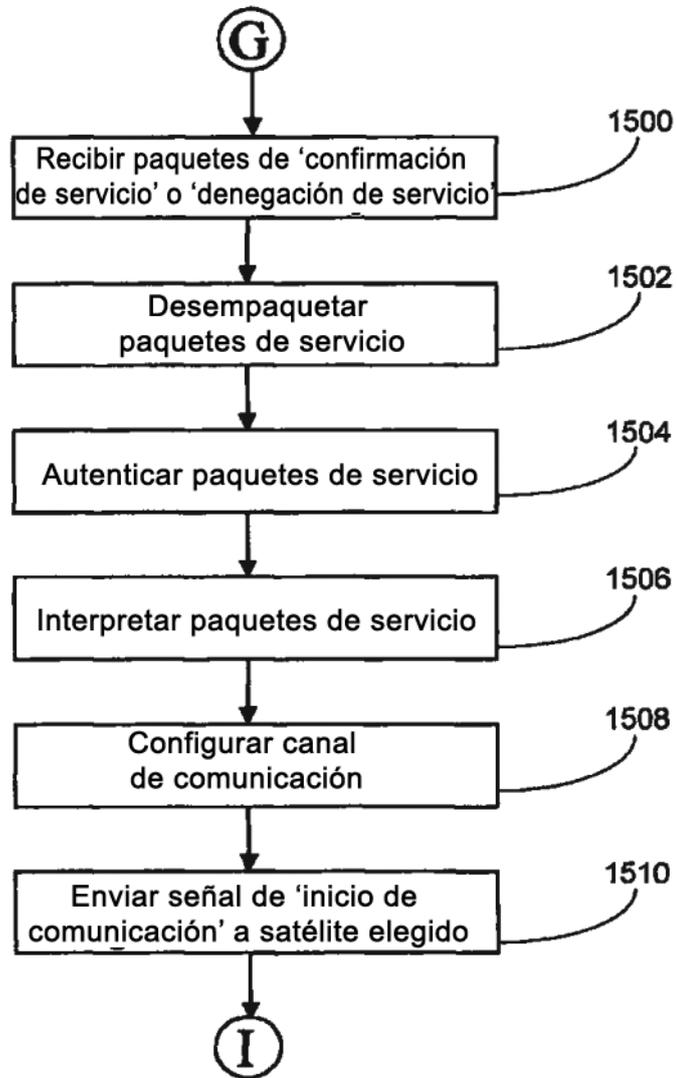


FIG. 15

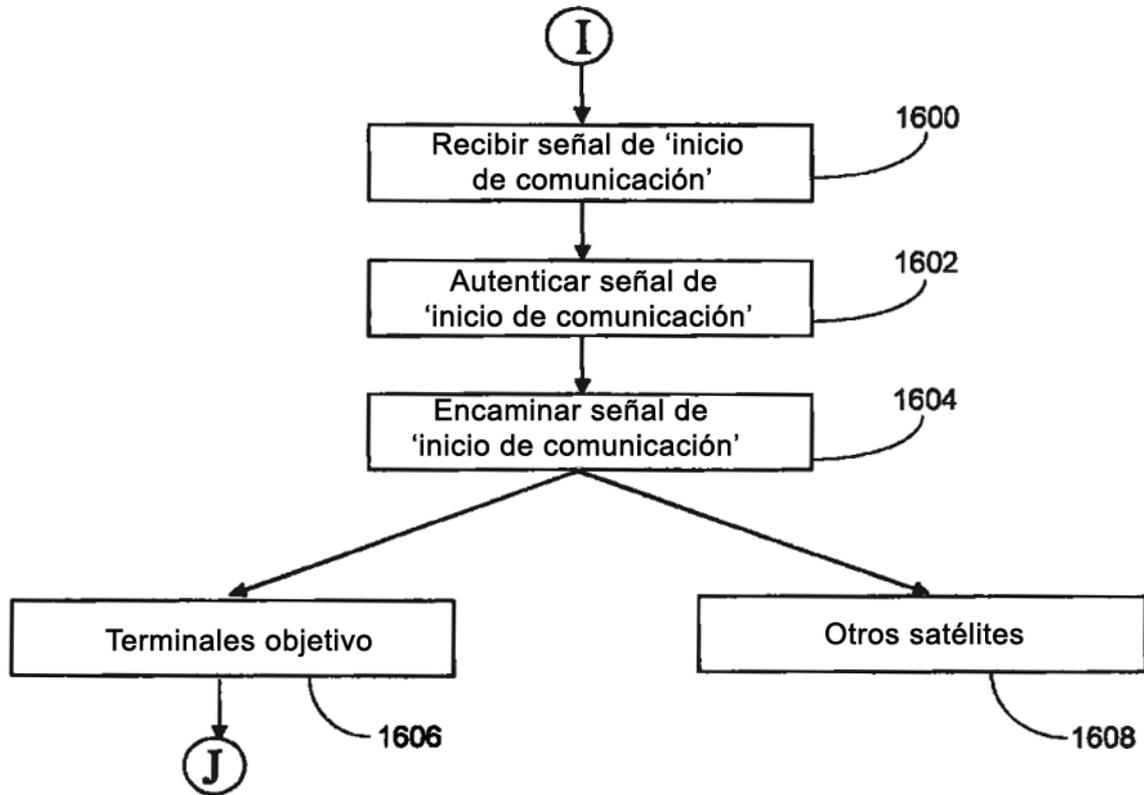


FIG. 16

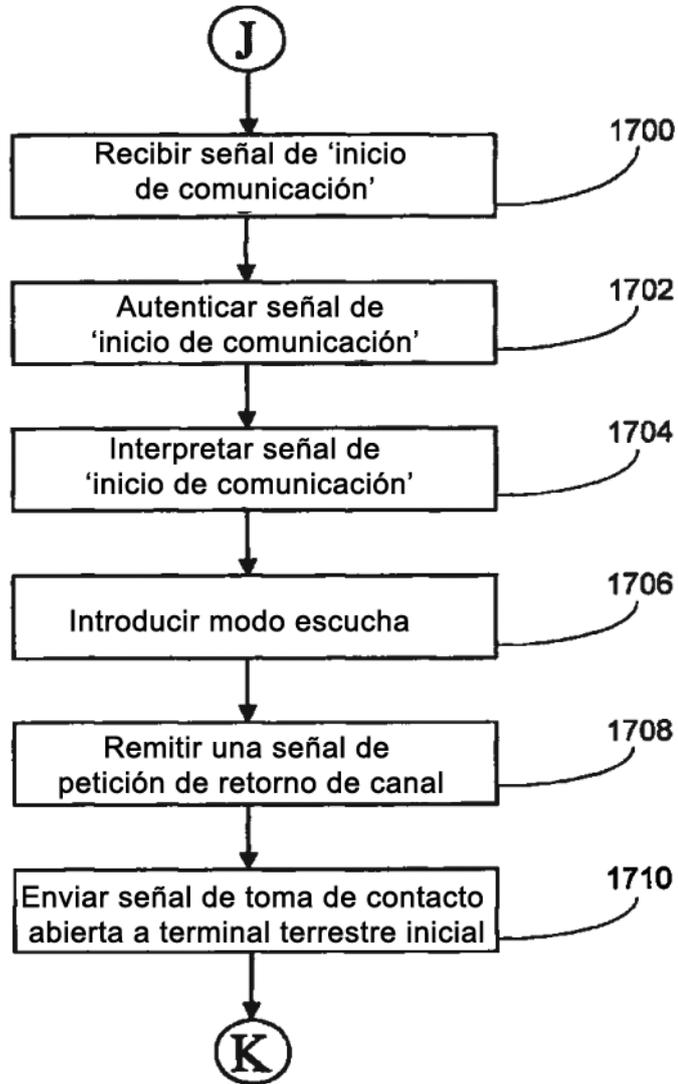


FIG. 17

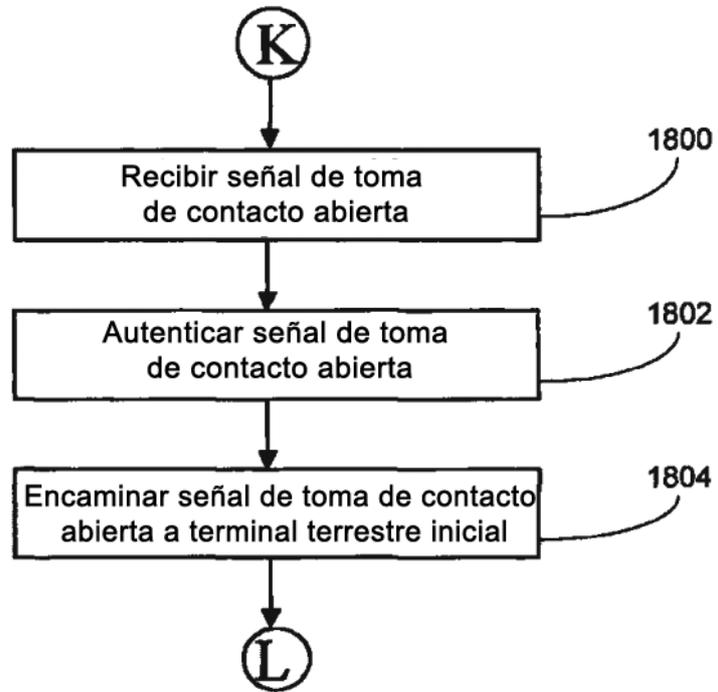


FIG. 18

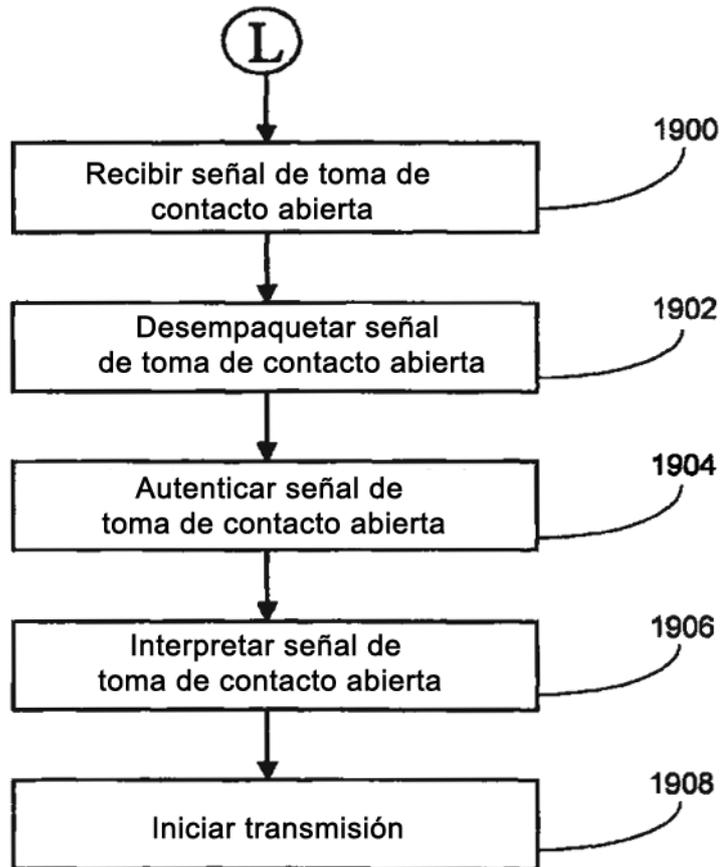


FIG. 19

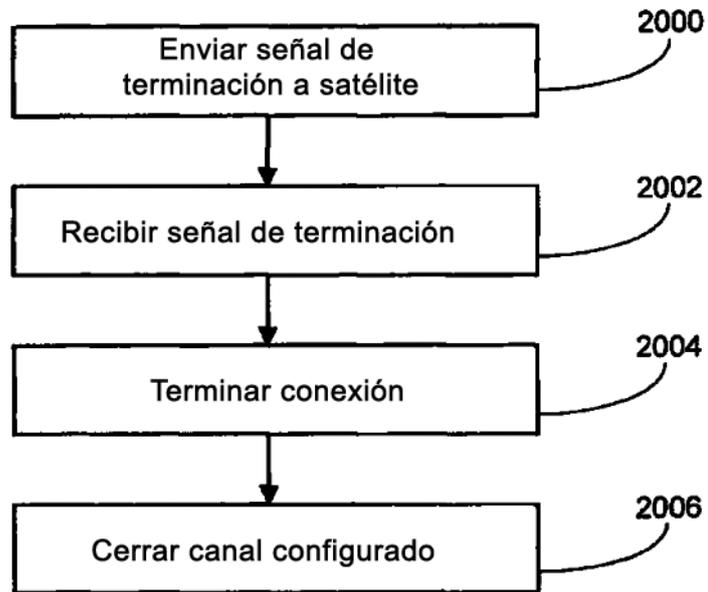


FIG. 20

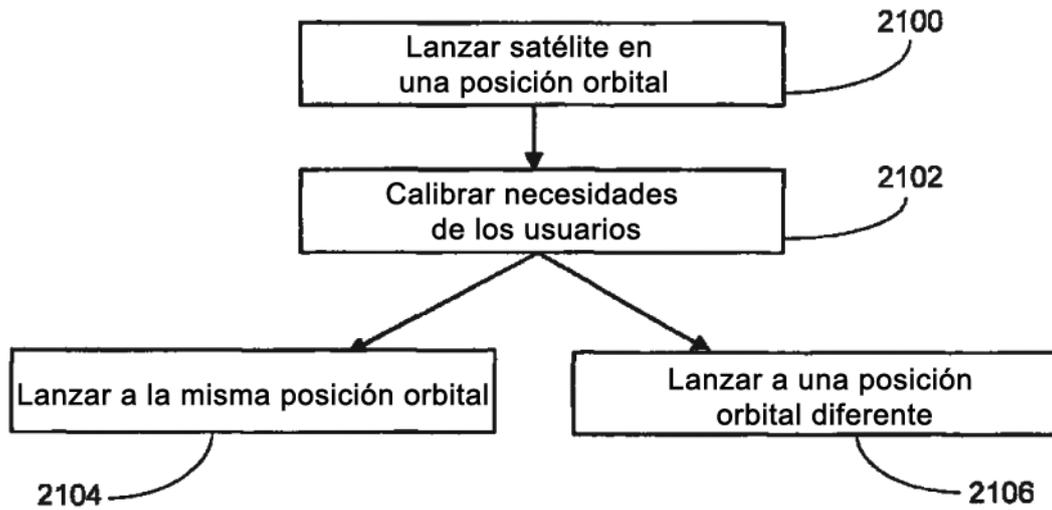


FIG. 21

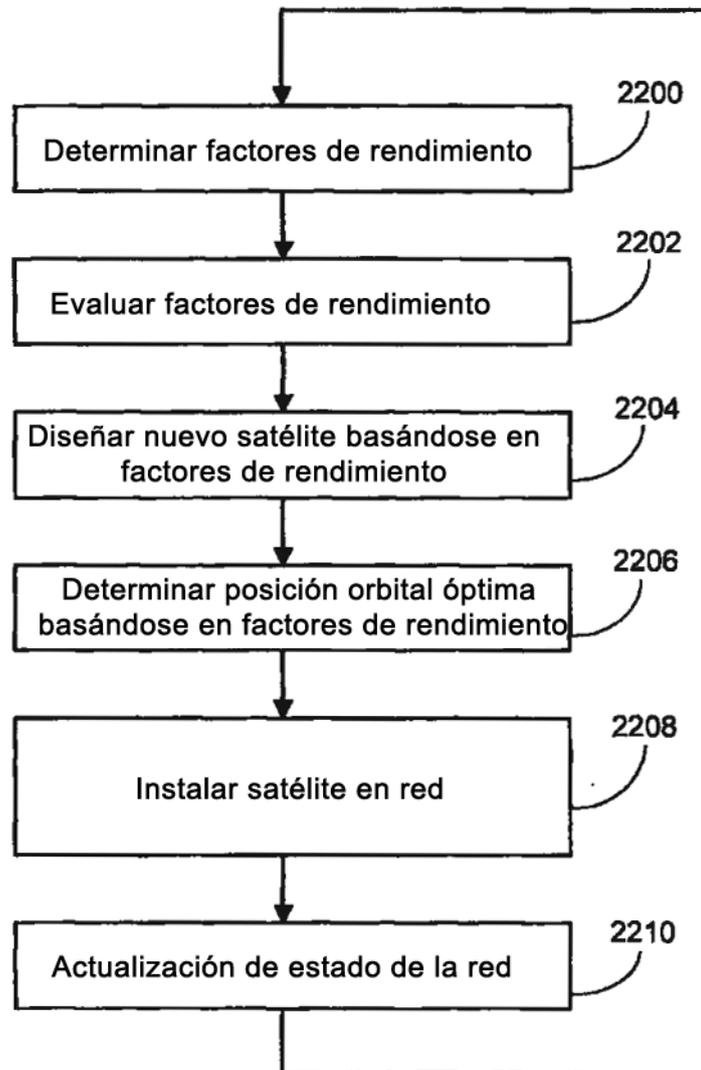


FIG. 22

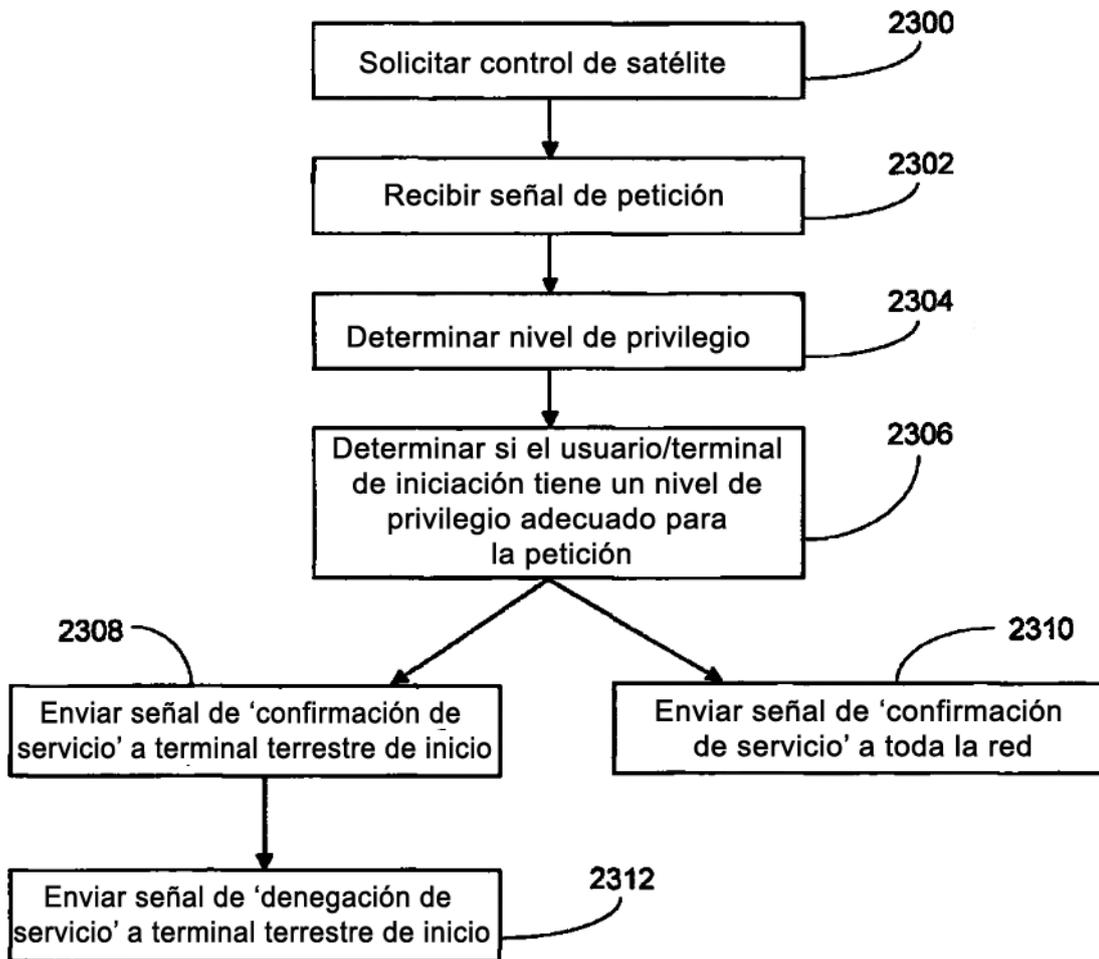


FIG. 23

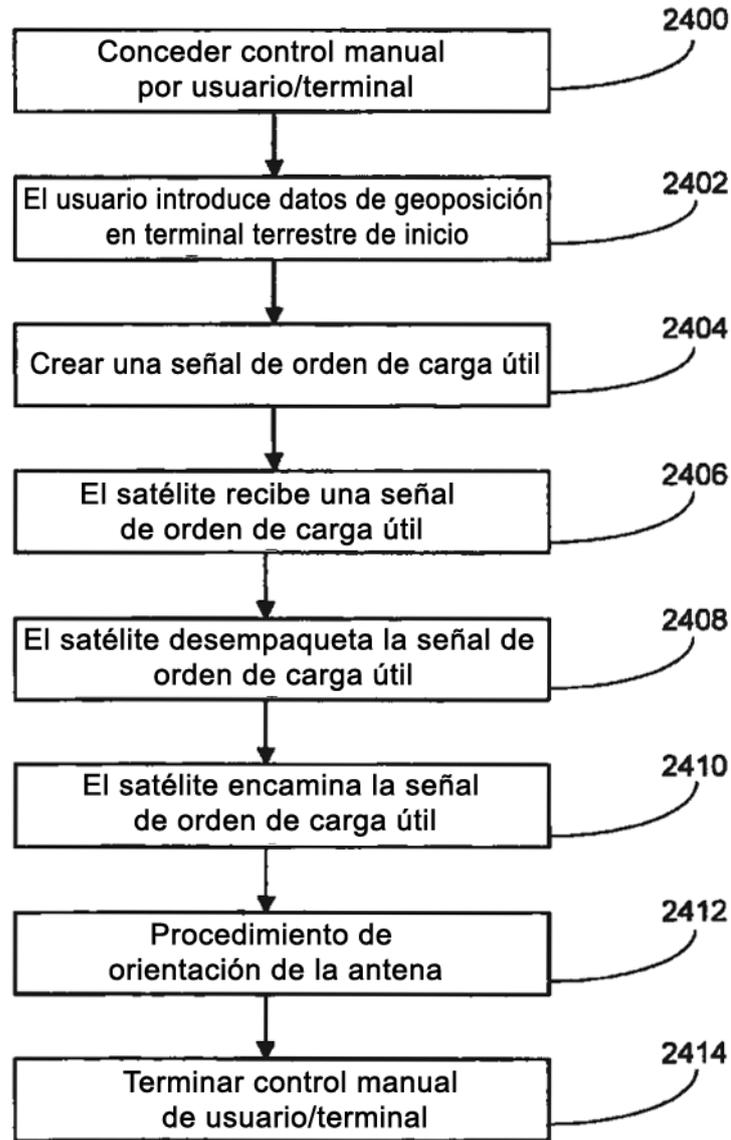


FIG. 24

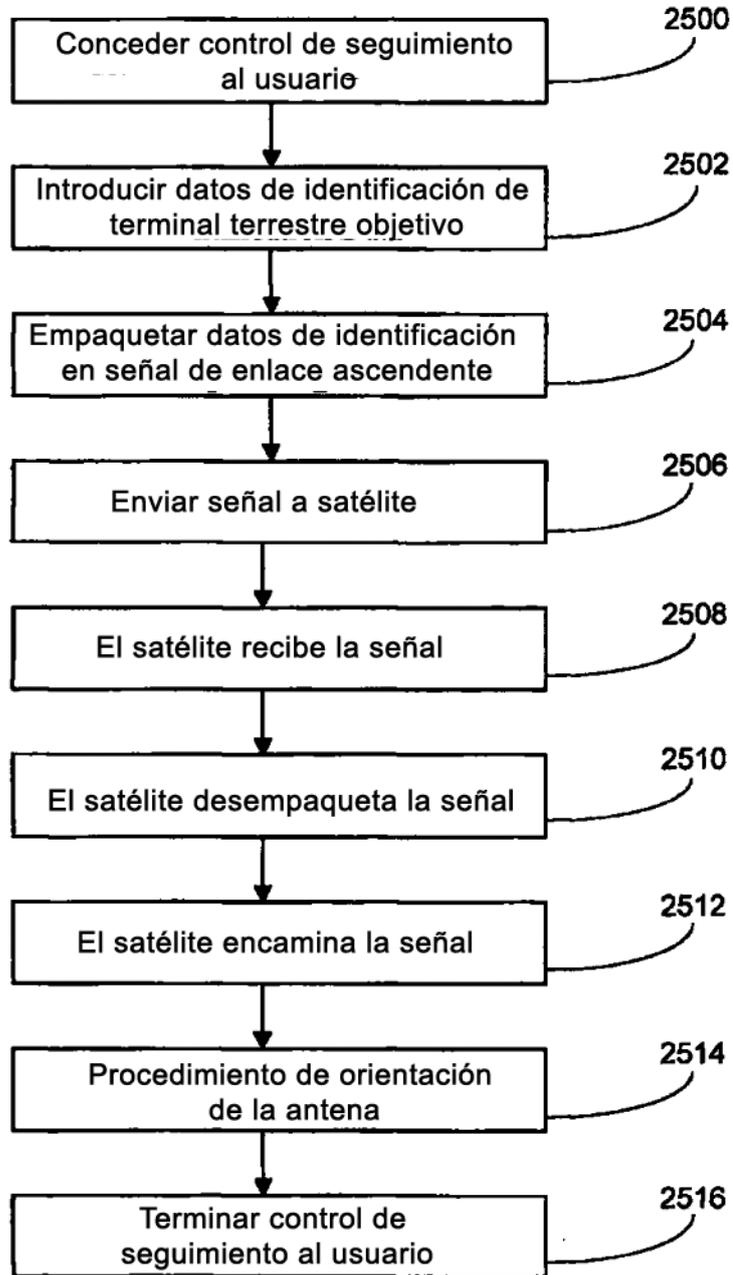


FIG. 25

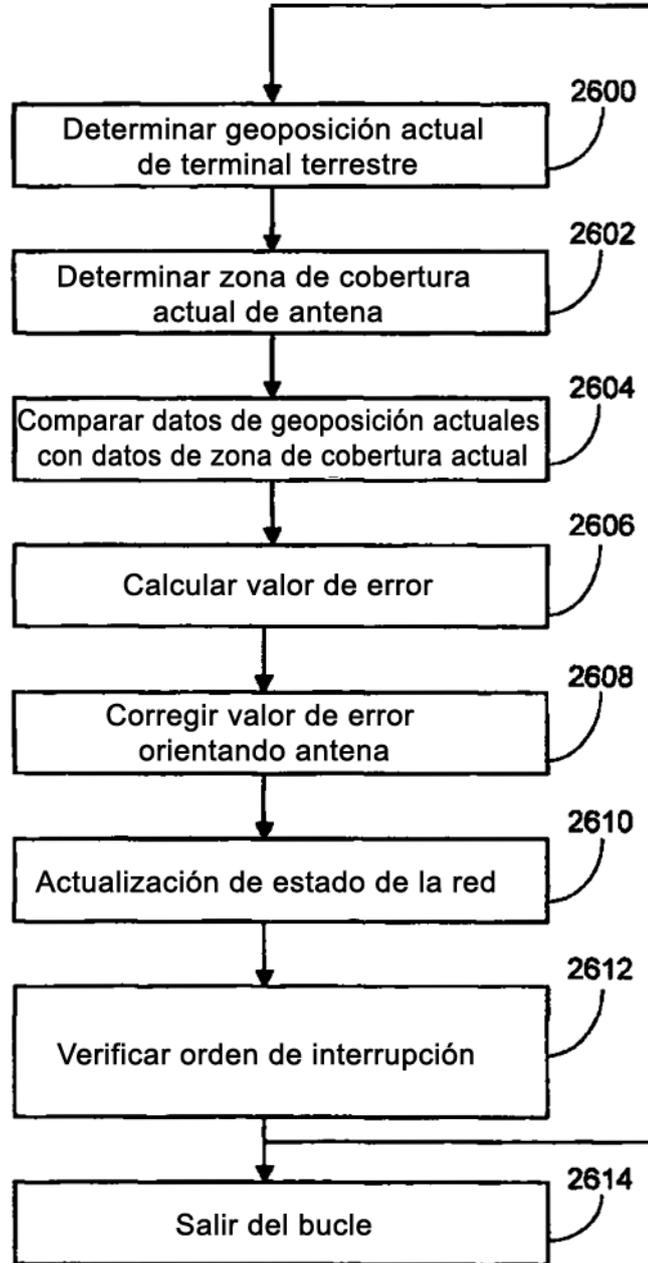


FIG. 26

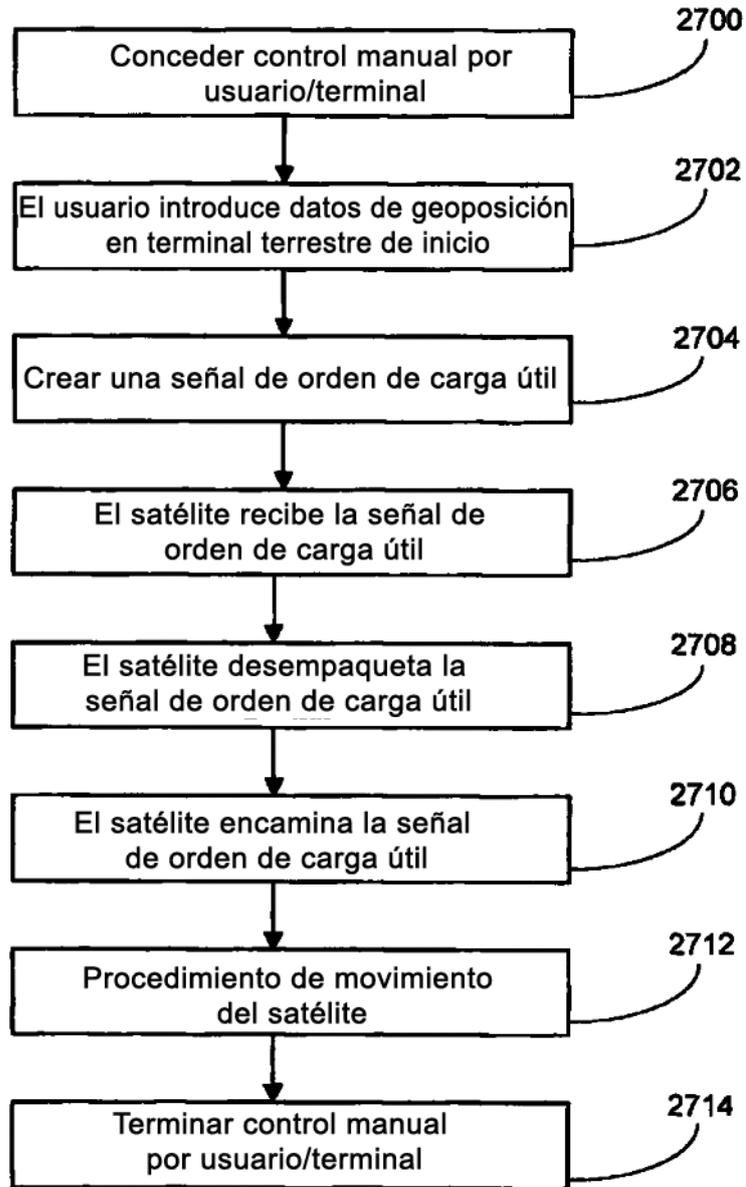


FIG. 27

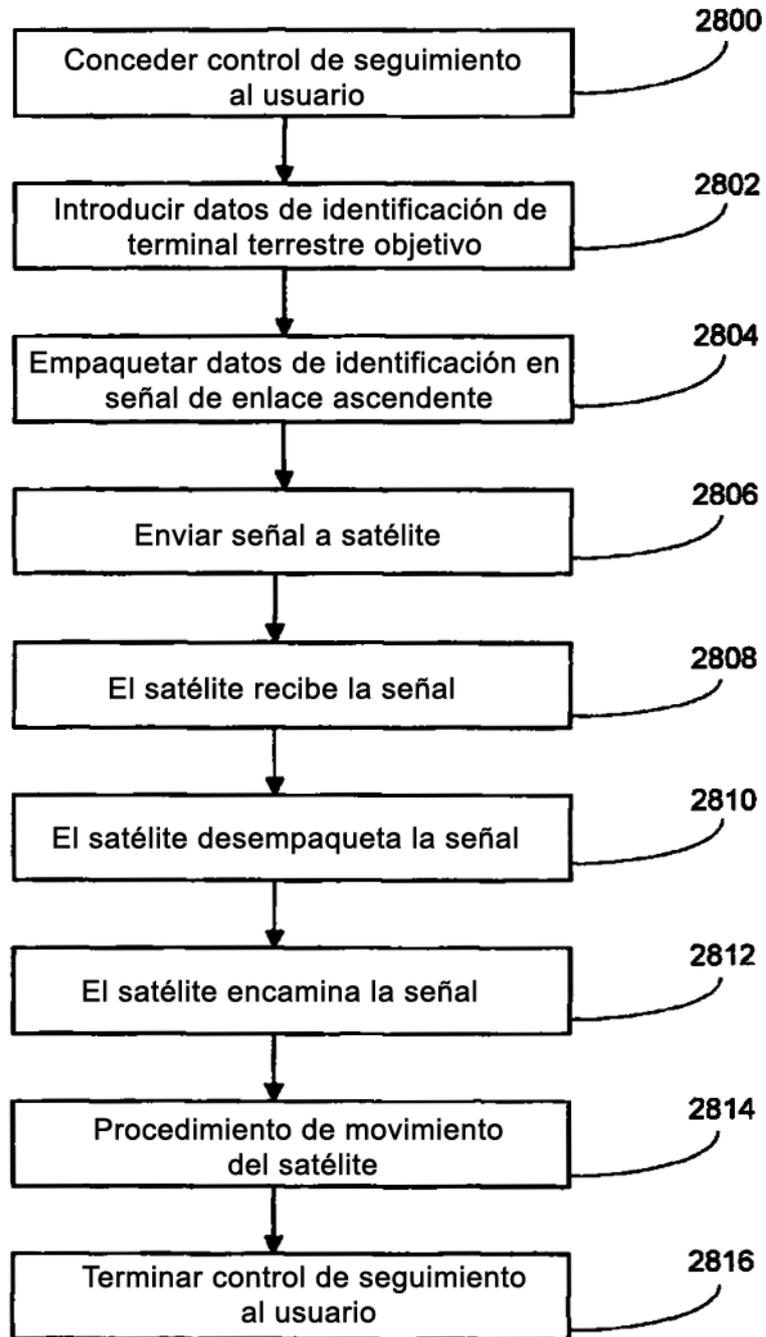


FIG. 28

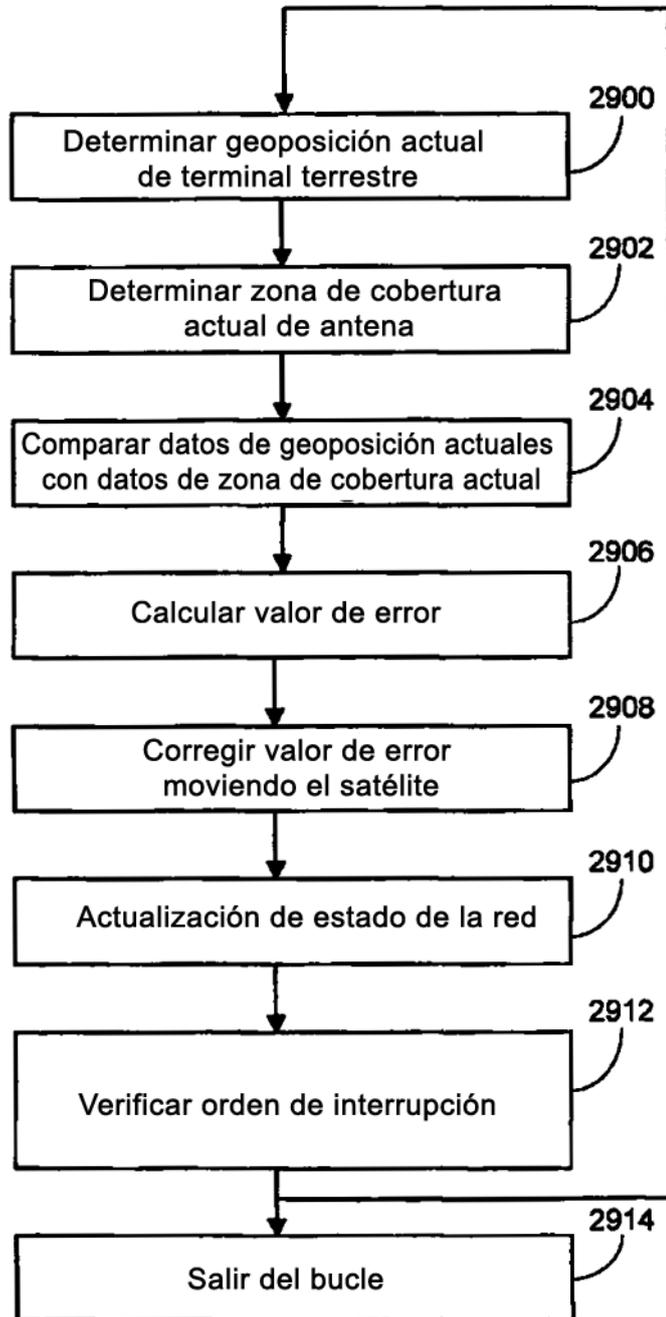


FIG. 29

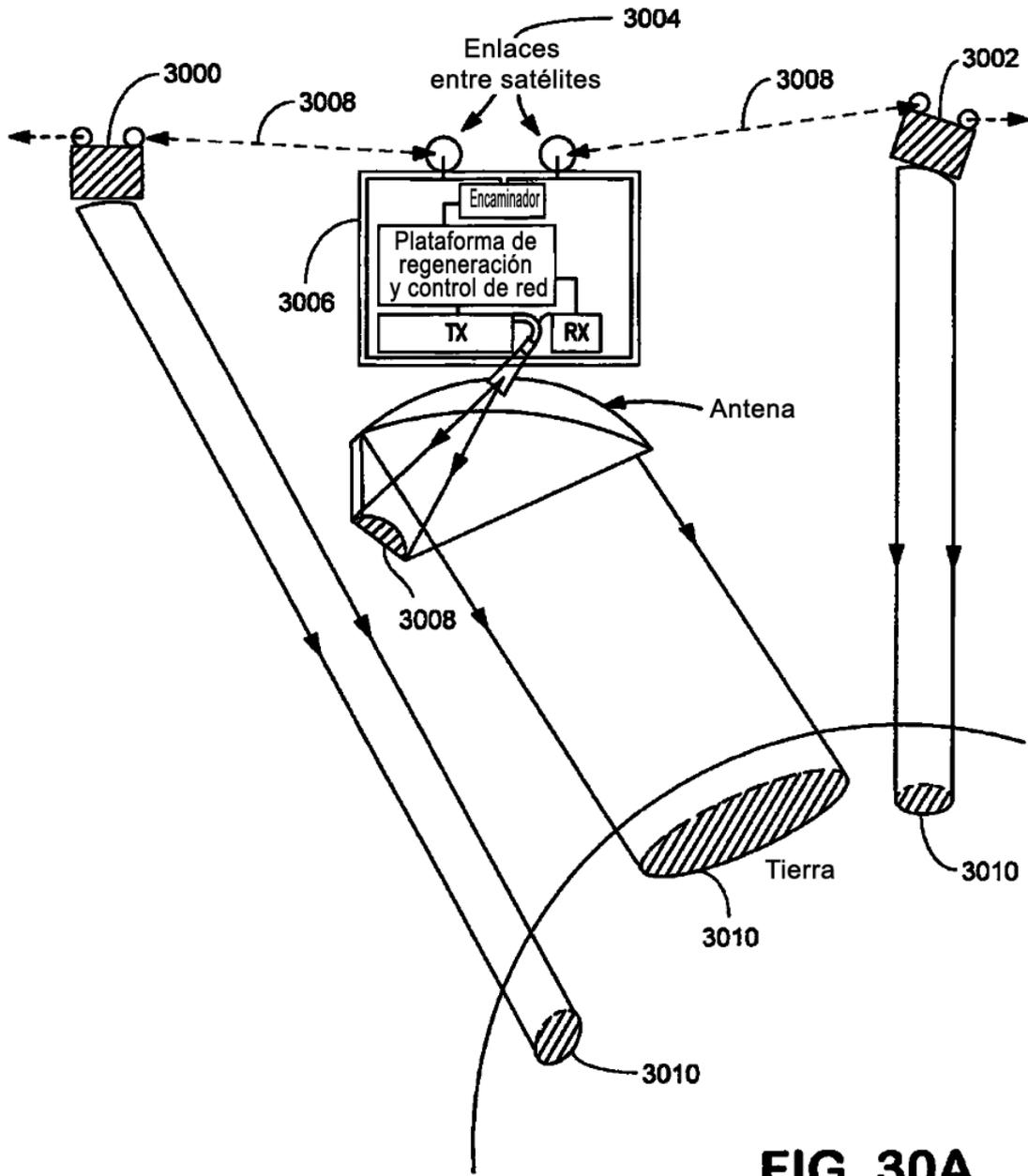


FIG. 30A

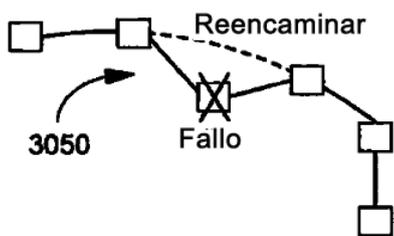
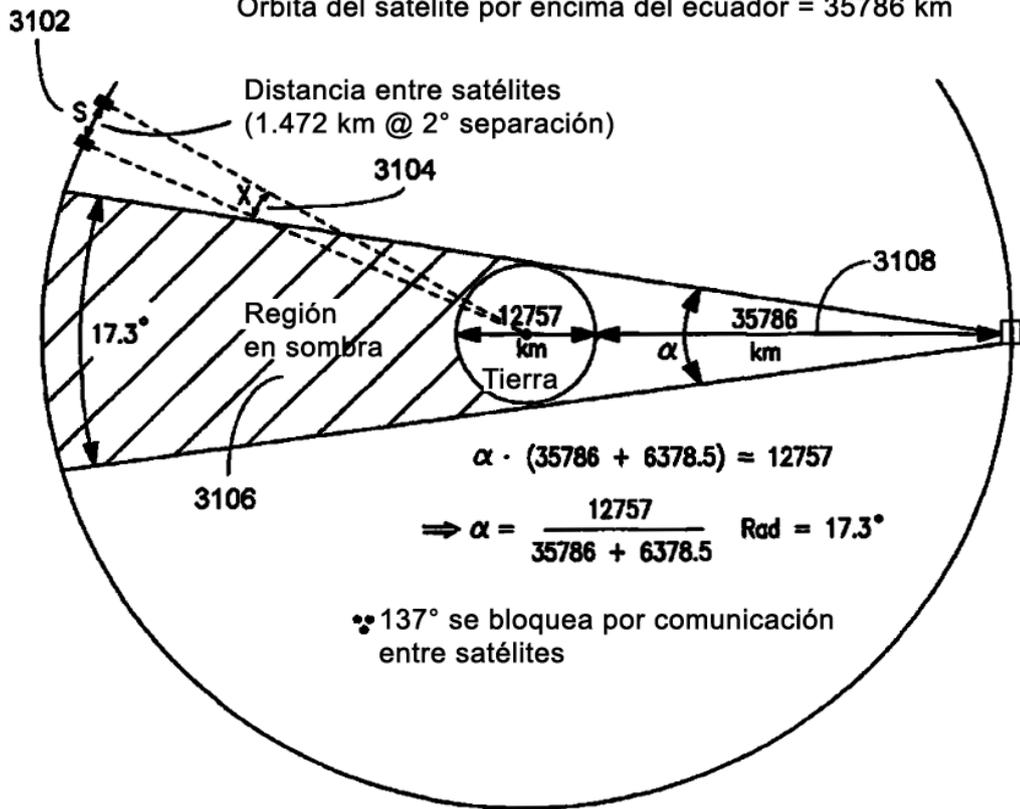


FIG. 30B

Geometría de comunicación entre satélites

Parámetros:

Diámetro ecuatorial de la Tierra = 12757 km ($r_e = 6378,5$)
 Órbita del satélite por encima del ecuador = 35786 km



Separación entre satélites: Distancia S, en satélite X grados

| X | S |
|-------|---------|
| 0,05° | 36,8 km |
| 2° | 1472 km |
| 3° | 2208 km |
| 4° | 2944 km |

3100

Ámbito de coordinación:
 (Manteniendo la estación)

Tamaño ~ +/- 1 0,05°
 \Rightarrow 73,6 km de anchura

FIG. 31

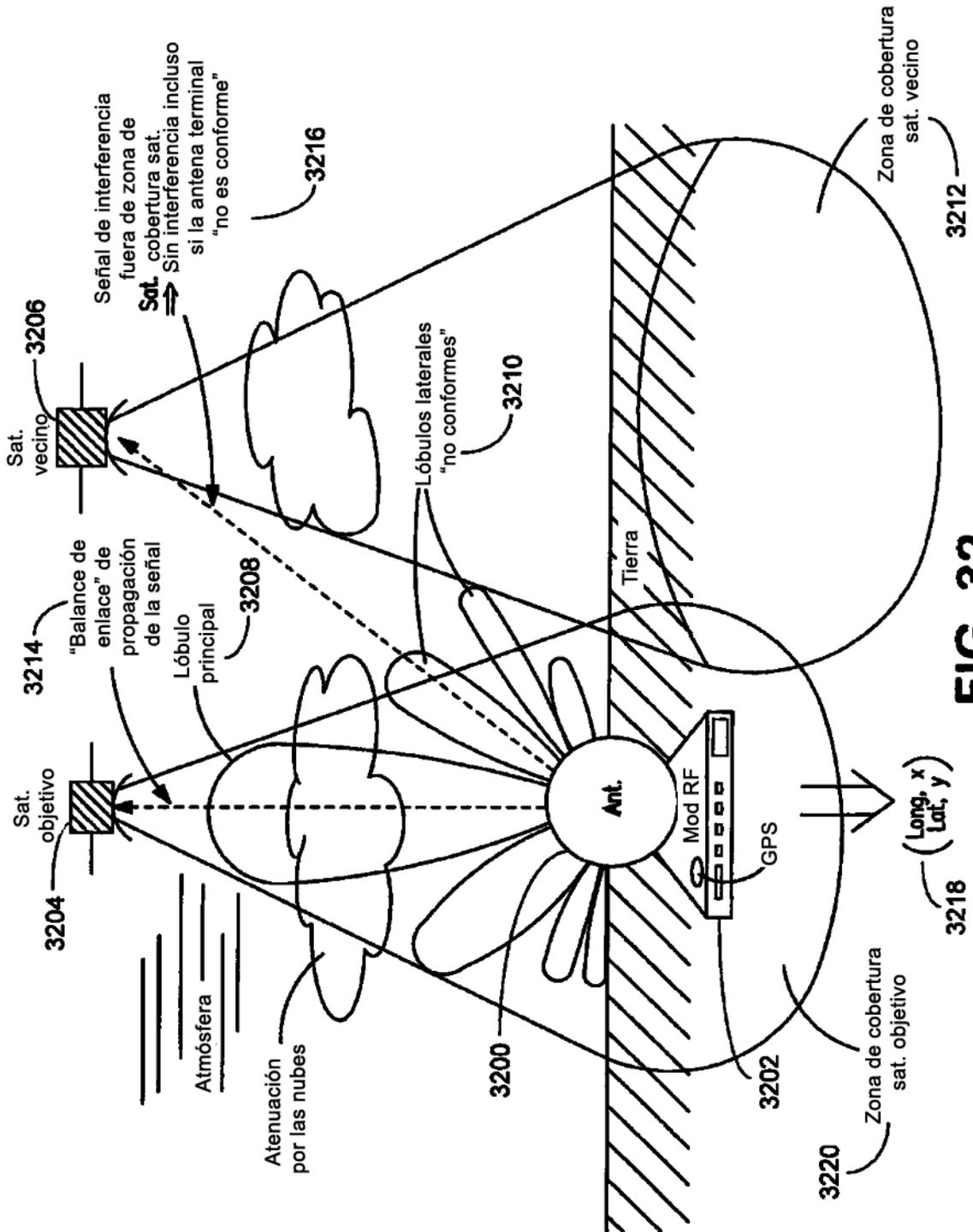


FIG. 32