

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 628 288**

51 Int. Cl.:

**H04M 15/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.01.2007 PCT/EP2007/000363**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.07.2007 WO07082720**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.01.2007 E 07702819 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2017 EP 1974538**

54 Título: **Sistemas y métodos para recoger and procesar información de uso de la red de comunicaciones por satélite**

30 Prioridad:

**18.01.2006 US 760053 P**

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

**02.08.2017**

73 Titular/es:

**OVERHORIZON AB (100.0%)  
P.O. Box 6069  
17106 Solna, SE**

72 Inventor/es:

**WAHLBERG, PER y  
LEJNELL, KENNET**

74 Agente/Representante:

**FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás**

ES 2 628 288 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 métodos para recoger and procesar información de uso de la red de comunicaciones por satélite

**5 Campo de la invención**

Esta invención se refiere a sistemas y redes de comunicaciones por satélite.

**Antecedentes de la invención**

10 Las redes de comunicaciones por satélite tradicionales utilizan un modelo de facturación orientado al proveedor en lugar del cliente. En este modelo, el adquirente de servicios de comunicaciones por satélite debe saber qué tecnología concuerda con una capacidad particular y entonces pasar por a un gran número de etapas que requieren conocimiento legislativo y técnico considerable antes de que el servicio pueda utilizarse. La complejidad de este proceso complica la estimación del coste total y el tiempo realista para un proyecto por parte de un cliente. Además, la complejidad a menudo requiere que el cliente contrate servicios de terceros para permitirles utilizar la red de comunicaciones por satélite. Además de esta complejidad, el modelo de facturación puede forzar a los clientes a reservar capacidad antes de que puedan usar la red. Dado el nivel de complejidad en la determinación de la capacidad necesaria, el cliente puede acabar pagando por capacidad que nunca se usa. El cliente puede reservar capacidad, pero la disponibilidad de la capacidad "reservada" ni siquiera está garantizada. También, modelos de facturación tradicionales cobran altas tarifas "ad hoc" o requieren reserva y planificación de antemano importantes para acceso bajo demanda.

25 El documento EP 1 117 198 de Globalstar da a conocer un método y un aparato para explicar un sistema de comunicaciones por satélite basado en sesión de terminal de usuario. El documento WO 2002/27976 de Soc. Euro. des Satellites S.A. da a conocer un sistema de comunicaciones por satélite que intenta superar deficiencias de calidad de señal en un sistema de satélite cuasi-geoestacionario que tiene una órbita inclinada mediante el uso de técnicas de espectro ensanchado. El documento EP 1 067 712 de Globalstar da a conocer un método de facturación basado en satélite en conexión con la transmisión y la recepción de llamadas mediante terminales terrestres dentro de una red de comunicaciones por satélite. El documento US 2003/007465 de Artzi da a conocer un sistema y un método para comunicación directa entre un transceptor de tierra remoto y un destinatario previsto, tal como una estación de gestión, a través de un satélite.

**Sumario de la invención**

35 Existe una necesidad en comunicaciones por satélite de proporcionar no solo servicio, sino también un modelo de facturación, orientado al cliente en lugar de estar restringido por preferencias existentes del proveedor. Entre otras ventajas, el modelo de facturación debe ser más flexible y mejor adaptado a acceso bajo demanda.

40 La presente invención se define en la reivindicación independiente adjunta. Además, pueden encontrarse características preferidas en las reivindicaciones dependientes adjuntas a la misma.

**Breve descripción de los dibujos**

45 Los diversos aspectos de los sistemas y métodos según la presente invención se describen en las figuras identificadas a continuación y en la descripción detallada que sigue.

50 La figura 1 muestra una vista de alto nivel de una realización de un sistema y un método, 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 método, según la presente invención, para proporcionar comunicaciones por satélite.

55 La figura 3 muestra una vista de alto nivel esquemática de la arquitectura en una realización de un sistema y un método según la presente invención, con énfasis 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 método según la presente invención.

60 La figura 5 muestra una vista de alto nivel de la arquitectura de un satélite en una realización de un sistema y un método 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 método según la presente invención.

65 Las figuras 7-20 muestran, en forma de diagrama de flujo, las etapas asociadas con una realización de un método,

según la presente invención, para proporcionar 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 método, según la presente invención, para construir, ampliar o mejorar un sistema de comunicaciones por satélite.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

40 **Descripción detallada**

Esta 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.

45 Las diversas entidades identificadas en las figuras y descritas en el presente documento 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 llevar a cabo los métodos de la presente invención.

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

55 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 métodos 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.

60 Los pequeños satélites según la presente invención hacen posibles a su vez soluciones de servicio flexible antes irrealizables e incluso desconocidas para los clientes.

65 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 acceso más rápido a la tecnología más reciente en órbita permite también la optimización de los enlaces del satélite para aumentar además la eficiencia del

sistema terrestre y reducir, por tanto, el tamaño y el coste del sistema.

Los satélites de comunicaciones pequeños según la presente invención reducen la cantidad de inversión necesaria para proporcionar capacidad en órbita en comparación con los satélites más grandes. Por tanto, esto aumenta la modularidad y la flexibilidad del sistema. El uso de satélites de bajo coste con menos ancho de banda a bordo permite soluciones adaptadas para cada carga útil de satélite que se concentra en partes particulares de un espectro de uso de frecuencias y de ese modo puede evitar problemas de interferencia local. Esto puede permitir que el operador de las comunicaciones por satélite garantice que el servicio no interfiere con otros usuarios y de ese modo puede evitar la necesidad de aprobación y coordinación de los organismos reguladores.

Tal como se muestra en las figuras 1, 2, 3, 4 y 5, se proporciona el satélite 200, según un aspecto de la presente invención, con determinadas capacidades 202 de procesamiento a bordo. 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 órdenes 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 de ingenio espacial 416. Estos motores de software pueden emplear una o una pluralidad de bases de datos 206. El satélite 200 está dotado de componentes de hardware 500, descritos a continuación con mayor detalle, para comunicarse con terminales terrestres con segmento terrestre 208, 210, 212 así como para 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(s) antena(s) 502, uno(s) router(s) 302, 504, uno(s) multiplexor(es) 304, 506, uno(s) demodulador(es) 510, uno(s) modulador(es) 512 y xDMA 508 (acceso múltiple por división en el que 'x' puede ser "código", "frecuencia", "tiempo" o cualquier combinación de los mismos).

En referencia a la figura 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 más 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 figura 31 proporciona una ilustración del tamaño general del ámbito 3100 con respecto a otros parámetros orbitales del satélite de muestra. Además, según un aspecto de la presente invención, los satélites en la misma posición orbital pueden incrementar la intensidad 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, tal como un sistema de seguimiento de monopulso. 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 aún otra realización alternativa, 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 figura 31 se ilustra un ejemplo de geometría de comunicación entre satélites para satélites en órbita geoestacionaria. En esta realización, la distancia entre satélites 3102 se calcula para un ángulo de separación dado 3104 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.

Una arquitectura de red de satélites de comunicaciones que comprende un aspecto adicional de la presente invención proporciona sistemas y métodos 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, se puede distribuir la funcionalidad de gestión de red también a los terminales terrestres. Específicamente, 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 se encamina 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 figuras 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 114, 214 de enlace descendente. 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 figura 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 método según la presente invención implica la construcción de una red de comunicaciones por satélite modular y flexible.

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 ancho 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 ser soluciones orientadas a la economía, tecnología y/o rendimiento.

Tal como se muestra en la figura 21, diversos 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 2101 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, de ese modo los satélites interaccionarían mediante comunicación 110 en el mismo ámbito; 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 116 entre distintos ámbitos.

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, según 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 adecúe 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.

En una realización de otro aspecto de la presente invención, el sistema emplea una arquitectura de segmentos espaciales física 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 aún otra realización, los enlaces entre satélites y los enlaces entre órbitas aumentan el encaminamiento y la flexibilidad de la capa física de la red.

En referencia a la figura 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, se abordan en primer lugar diversos factores de rendimiento para la red en la etapa 2200. Sin limitación, estos factores de rendimiento pueden incluir cobertura de huella, topología de la constelación de satélites, ancho de banda, capacidad y número de usuarios por satélite. Estos factores se evalúan a continuación mediante el sistema 2202. El(los) motor(es) 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 ss06. A continuación, el satélite se instala en la red 2208 a través de un lanzamiento en una 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 ancho de banda. El término "gran ancho de banda", tal como se usa en el presente documento, se refiere, sin limitación, a un ancho de banda que es mayor que el ancho de banda necesario 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 como se usa en el presente documento, terrestre se refiere a terminales que no tienen su base en el espacio. Pueden estar en tierra firme, pero pueden estar también en plataformas marítimas o aerotransportadas. En una realización alternativa de este aspecto de la presente invención, el primer componente del sistema comprende un grupo de terminales terrestres.

Tal como se muestra en la figura 6, los propios terminales terrestres, en una realización de un aspecto de la presente invención, pueden comprender a su vez diversos componentes principales. El terminal terrestre puede comprender una antena 600, software 608 y hardware 606 para comunicarse con un satélite, 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 aspecto de la presente invención, la antena 600 del terminal terrestre puede ser pequeña, en el intervalo de 75- 2000 centímetros cuadrados de área. En una realización la antena 600 puede ser un reflector parabólico de alta eficiencia y/o un diseño de sistema en fase. La elección de la implementación de la antena puede provocar una eficiencia 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 realización de un aspecto de la presente invención, el balance de enlace determinado mejora en gran medida mediante el uso de transpondedores de alta potencia y carga útil regenerativa.

En otra realización, la frecuencia de enlace ascendente se transmite en bandas estrechas. Estas bandas estrechas tienen entre 200-250 MHz de ancho por satélite en la banda Ku. En otra realización de la presente invención, para soportar la 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 no frecuente tales como, pero sin limitarse a ellas, órbitas geosíncronas que pueden variar con el tiempo.

Para soportar funcionamiento 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 se reciben por sensores que reciben datos del sistema de posicionamiento global (GPS), Glonass, Galileo o servicios similares), así como almacenar información sobre el terminal terrestre. En otra realización de la presente invención, el software 608 de procesamiento interno 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 608 de procesamiento interno 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 610 de datos 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 606 de protocolo de Internet y xDMA 604.

En referencia a la figura 1, un segundo componente de un sistema según 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°, aunque menos de 0,1° 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 figura 5, cada satélite puede comprender varios componentes, lo cual incluye pero no se limita a un router 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 el hardware a bordo, que se describen a continuación más en detalle, permite que el satélite realice funciones de tratamiento 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 regenerativa, permite a su vez una variedad de beneficios de comunicaciones. Estas ventajas incluyen pero no se limitan a enlaces "simétricos" entre dos terminales terrestres y la necesidad resultante de solo un tipo de terminal terrestre y antena, y una arquitectura más segura, en la que la estación central está situada por encima de 22 000 millas 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 ancho de banda así como ahorro de tiempo cuando se transmiten comunicaciones y otras señales.

La figura 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 el hardware a bordo 3006 facilitan 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 figura 4, en otra realización de un aspecto de la presente invención, múltiples "motores" 400 de software se encargan de las funciones de tratamiento 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 408 de gestión de órdenes procesa las señales de órdenes de carga útil, que pueden ser las propias órdenes para modificar la carga útil. 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 de ingenio espacial 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 cual 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 el rendimiento 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 cual incluye información de facturación, y otra información que puede supervisarse y almacenarse. 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 la Tierra. En otra realización, el satélite usa una o una pluralidad de antenas orientables. En aún otra realización, el satélite usa una o una pluralidad de antenas de haz puntual orientables. 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 cual 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(es) terrestre(s) 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 de entre aproximadamente 75 y 2000 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 figuras 7-20, una realización de un método 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 introducción de un código de autorización 700 por parte de un usuario 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 se preasigna al terminal terrestre. En otra realización, el código de autorización se preasigna a un usuario del sistema, lo cual permite el uso de cualquier terminal terrestre. En aún otra realización, 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 configurarse 702 en primer lugar, por ejemplo, mediante 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 706 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 método 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 métodos presentados anteriormente 800. En otra realización, el satélite es elegido manualmente por el operador del terminal terrestre de inicio 800. En aún otra realización, una pluralidad de posibles satélites es elegido 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 reúne 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 ancho 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 crear un código de autorización 810 para su adición 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 método 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 parte o partes restantes de la señal. La señal desempaquetada se envía 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 dirección de encaminamiento original 912 y añade un nuevo código de autenticación 914 a la señal 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 órdenes requeridas se dirigen al satélite objetivo. En otra realización, todas las señales que se dirigen directamente a un satélite pueden autenticarse por segunda vez mediante 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, pueden registrarse la incidencia 1000 y registrarse el origen 1002 de la señal y/o un mensaje se envía a un administrador de red 1004 y se envía a un administrador de subred 1006 y/o se devuelve un mensaje de acceso denegado en el canal de órdenes del terminal de acceso 1008. En una realización, la incidencia y el origen se registran en una base de datos a bordo del satélite. La incidencia y el origen de la señal no autorizada pueden rastrearse 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 al 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 orden 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 orden 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 mediante el motor de software a bordo que trata 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, se encamina 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 se puede 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 1111 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 apropiado 1302. 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(los) paquete(s) 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 1604 apropiadamente, 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 se procesan mediante motores de software a bordo que gestionan el encaminamiento y la autenticación, respectivamente.

5 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 pueden pasar después a modo escucha 1706. En otra realización, estos terminales terrestres objetivo envían una señal de petición de canal de retorno 1708.

10 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.

15 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 se gestionan mediante motores de software a bordo que procesan el encaminamiento y la autenticación, respectivamente.

20 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.

25 Para finalizar la transmisión, el terminal terrestre de transmisión envía 2000 una señal de terminación. 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 silenciosos sin terminación y puede ponerse en modo "espera" hasta que la señal reaparece, lo cual puede ocurrir debido a un bloqueo o a desvanecimientos temporales del enlace. Sin embargo, esta situación puede verse como permanente si el periodo silencioso 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.

30 La capacidad de funcionar 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 solo 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.

45 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 método 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 órdenes 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. De manera alternativa, un terminal terrestre no necesita esperar a una señal de toma de contacto abierto de canal antes de iniciar su propia difusión.

50 Tal como se muestra en la figura 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.

65 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 la figura 24, en una realización de la presente invención, la señal de petición especifica una petición 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 2400, desde el terminal terrestre de inicio, una o una pluralidad de antenas orientables. 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 apropiado 2410. 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 figura 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 de manera alternativa 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 figura 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 se corrige después 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 método de recepción de los datos de geoposición, que crea un valor de error y corrige el valor de error, se procesa 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 método de forma continua, mientras que en una realización alternativa de este aspecto de la presente invención el sistema ejecuta el método en intervalos predeterminados. En una realización de un aspecto de la presente invención, se pueden 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(los) usuario(s) específico(s).

Finalmente, el método 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

método de supervisión del terminal móvil de bucle cerrado es procesado a bordo del nuevo satélite. En aún otras realizaciones 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.

5 En referencia a la figura 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 empaquetan 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 apropiado 2710. 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.

20 En referencia a la figura 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 figura 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 método 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 método de forma continua, mientras que en una realización alternativa de este aspecto de la presente invención, el sistema ejecuta el método en intervalos predeterminados.

50 Finalmente, el método 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 método de seguimiento del terminal móvil de bucle cerrado se lleva a cabo a bordo del nuevo satélite. En aún otras realizaciones 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 propio satélite. 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

- 5 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 propio satélite 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.
- 10 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.
- 15 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.
- 20 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 de la antena del satélite directo.
- 25 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 (de los) terminal(es) de inicio, tamaño de los terminales objetivo y otra información de facturación.
- 30 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.
- 35 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.
- 40 En otra realización, al usuario se le cobra una tarifa genérica de registro y licencia de uso del sistema y después se le factura según el tiempo real usado o la cantidad de datos transferida.
- 45 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, independientemente 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.
- 50 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 parte del 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 parte del cliente del movimiento del satélite real.
- 55 En una realización adicional de la presente invención, el software a bordo del satélite genera declaraciones de facturación enviadas electrónicamente al (a los) usuario(s) del sistema. En una realización de un aspecto de la

- 5 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. De manera alternativa, el satélite puede utilizar la forma de usar la información de facturación para aplicar una tarifa diferencial que tenga en cuenta los diversos métodos 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.
- 10 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.
- 15 En una realización, el método para generar declaraciones de facturación se realiza a bordo de un satélite. De manera alternativa, 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.
- 20 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. De manera alternativa, 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.
- 25 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. De manera alternativa, 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 (de los) satélite(s).
- 30 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. 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 anchos de banda, los anchos 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 eficiencia la red. La información de uso de la red de comunicaciones por satélite puede encriptarse por motivos de seguridad.
- 35 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 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.
- 40 En referencia a la figura 32, una realización de sistemas y métodos según otro aspecto de la presente invención implica la comunicación con satélites por medio de antenas no conformes 3200. La realización se describe 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 3208 principal y 3210 lateral, 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.
- 45 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 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
- 50
- 55
- 60
- 65

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 cantidad de operación disponible en el entorno actual. En otra realización, el dispositivo puede determinar posibles posiciones para operaciones de no conformidad.

5 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 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.

10 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.

15 Una realización de un aspecto de la presente invención es un método 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, patrones de la radiación medida, información del equipo de radiofrecuencia ("RF"), frecuencia, niveles de potencia, ancho de banda y formas de onda. Además, en una realización de la presente invención, el sistema explora la capacidad del satélite

20 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 antena no tienen la misma zona de cobertura 3212, 3220. De manera alternativa, 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

25 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 la comunicación con 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

30 3202 no será un problema. A modo de otro ejemplo, en esta realización, si el satélite 3206 vecino no usa la misma frecuencia que el terminal 3202 de interferencia no será un problema. En una realización alternativa, el sistema puede usar parámetros de transmisión RF ortogonales a la transmisión propuesta o parcialmente ortogonales, ortogonales 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.

40 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 3200 del terminal terrestre 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

45 el dispositivo determina si el terminal terrestre 3202 puede funcionar en el entorno actual y la cantidad en la que el terminal terrestre 3202 puede funcionar. 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

50 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 orden de cierre al terminal terrestre 3202. Tras recibir la orden de cierre, la transmisión cesa.

55 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 método, consistentes con la presente invención. De manera similar, 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. De manera similar, los principios según la presente invención, y los sistemas y métodos 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.

60

**REIVINDICACIONES**

1. Método para facturar a un usuario para el control de una o más antenas orientables en un satélite en una red de comunicaciones por satélite, que comprende las etapas de:
  - 5 enviar una señal de petición desde un terminal terrestre de inicio al satélite (2402), en el que la señal de petición incluye una petición para acceder el control de la una o más antenas (2400) orientables;
  - 10 conceder el control de la una o más antenas orientables al terminal terrestre de inicio e iniciar un registro de facturación mediante el satélite, en el que el registro de facturación incluye información relacionada con la facturación relativa a la duración del control de la una o más antenas orientables mediante el terminal terrestre de inicio;
  - 15 almacenar la información relacionada con la facturación del registro de facturación en una estructura de datos a bordo del al menos un satélite; y
  - 20 utilizar un procesador (2410) de software a bordo del satélite para aplicar una tarifa de facturación a la información relacionada con la facturación, para formular y formatear una declaración de facturación, y para transmitir la declaración de facturación formateada y formulada desde el satélite al terminal terrestre de inicio por medio de una señal de enlace descendente.
2. Método según la reivindicación 1, en el que la información relacionada con la facturación se refiere a información adicional seleccionada del grupo que consiste además en:
  - 25 (i) rendimiento de tasa de bits, (ii) duración de itinerancia de un terminal terrestre de inicio, (iii) el control de satélite, (iv) nivel de seguridad, (v) clase de prioridad, (vi) tamaño del terminal terrestre de inicio, (vii) tamaño de un terminal terrestre objetivo, (viii) si el satélite se usa para el control de antena directo o para comunicación punto a punto en la red, (ix) número de usuarios de la red de comunicaciones por satélite, (x) anchos de banda, (xi) servicios, (xii) encaminamiento, y (xiii) tiempo de itinerancia.
3. Método según la reivindicación 1, en el que la información relacionada con la facturación se almacena en una pluralidad de satélites.
- 35 4. Método según la reivindicación 1, en el que la declaración se transmite con información de cuenta del terminal terrestre de inicio.
5. Método según la reivindicación 1, en el que la señal de enlace descendente está encriptada.
- 40 6. Método según la reivindicación 1, que comprende además la etapa de terminar el registro de facturación después de que se ha terminado el control de la una o más antenas orientables.
7. Método según la reivindicación 1, que comprende además la etapa de terminar el registro de facturación después de que se produzca una condición predeterminada.
- 45 8. Método según la reivindicación 7, en el que la condición predeterminada comprende movimiento de la antena fuera de una zona geográfica predeterminada.
9. Método según la reivindicación 1, que comprende además la etapa de transmitir la declaración de facturación a un administrador del sistema.
- 50 10. Método según la reivindicación 9, en el que la declaración de facturación se transmite al administrador del sistema periódicamente.
- 55 11. Método según la reivindicación 9, en el que el administrador del sistema solicita la declaración de facturación antes de que se transmita la declaración de facturación.

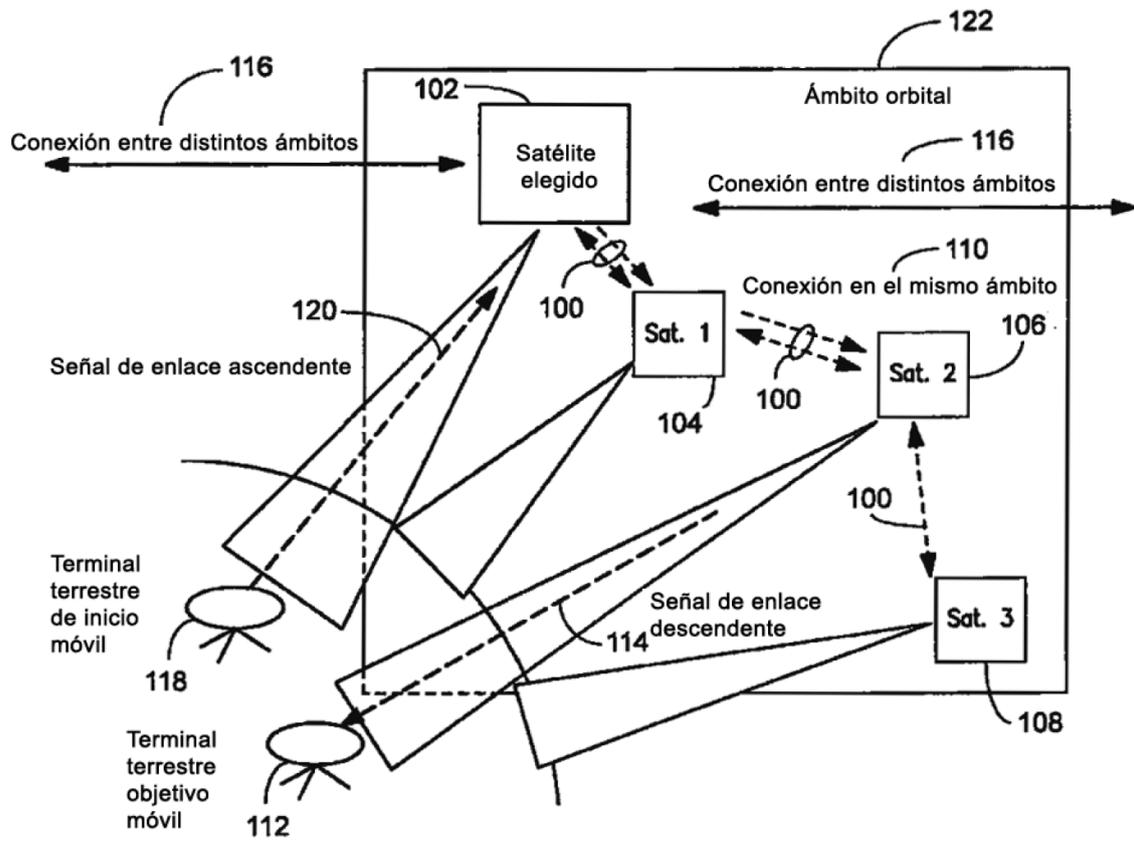
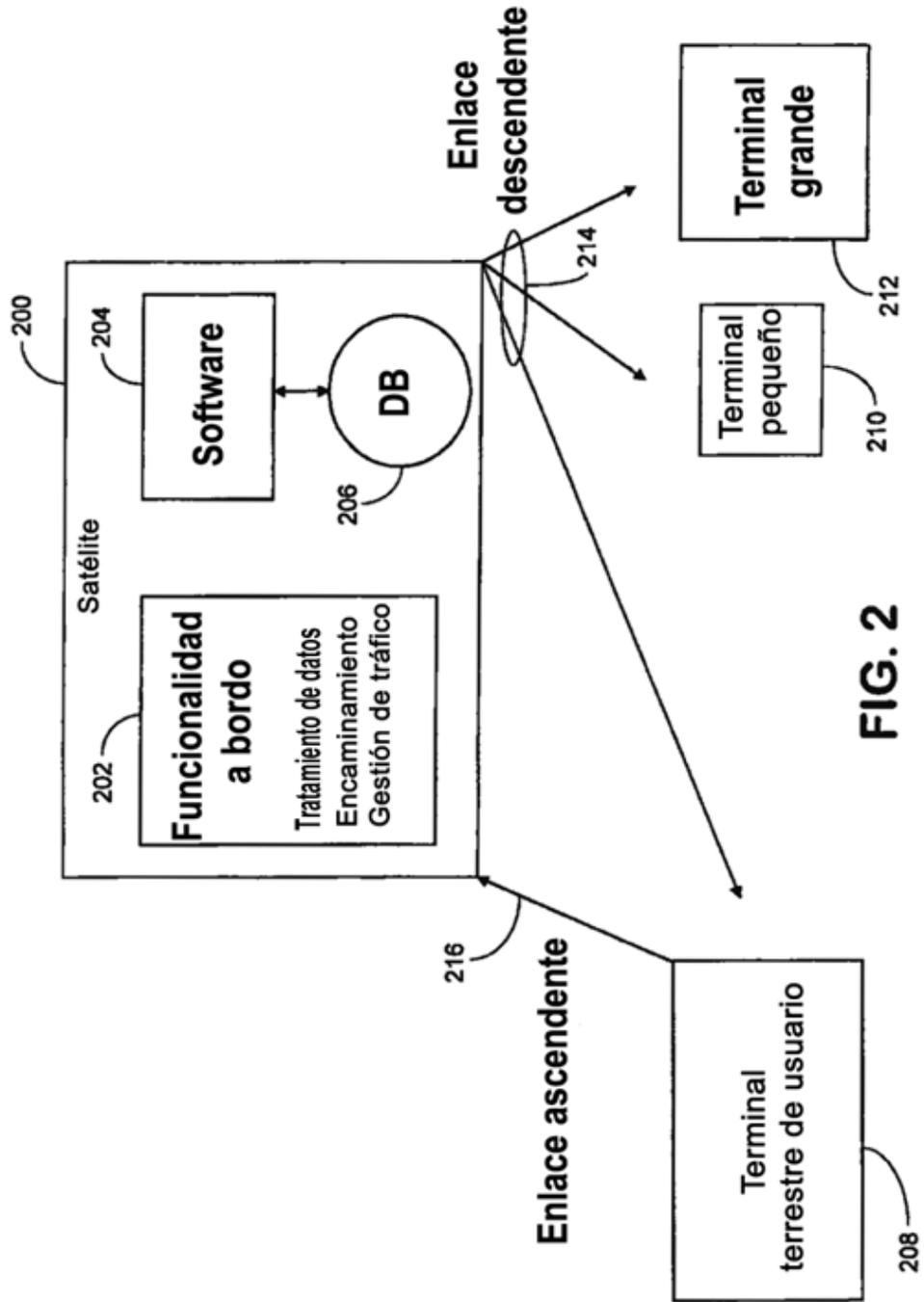
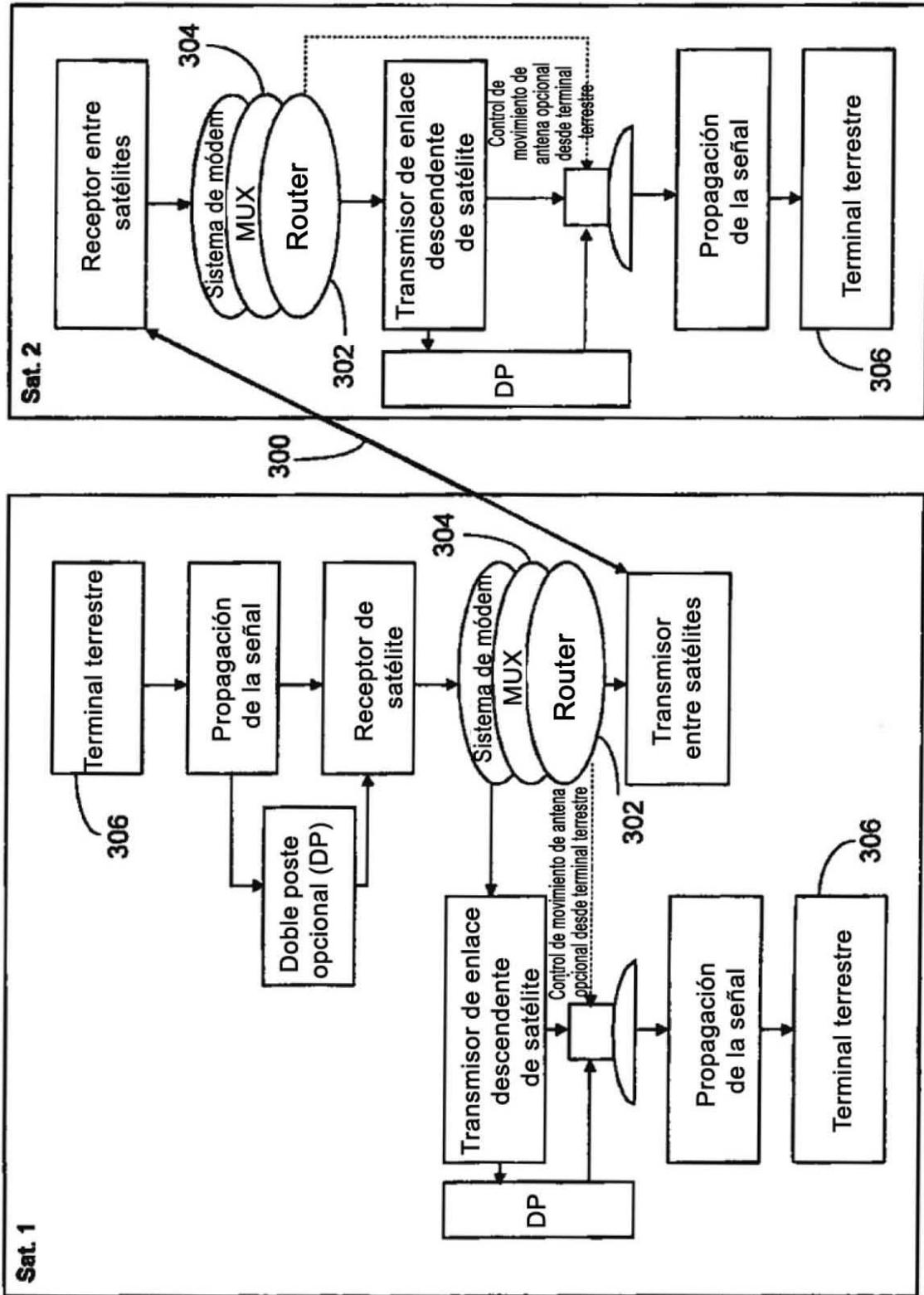


FIG. 1



**FIG. 2**



**FIG. 3**

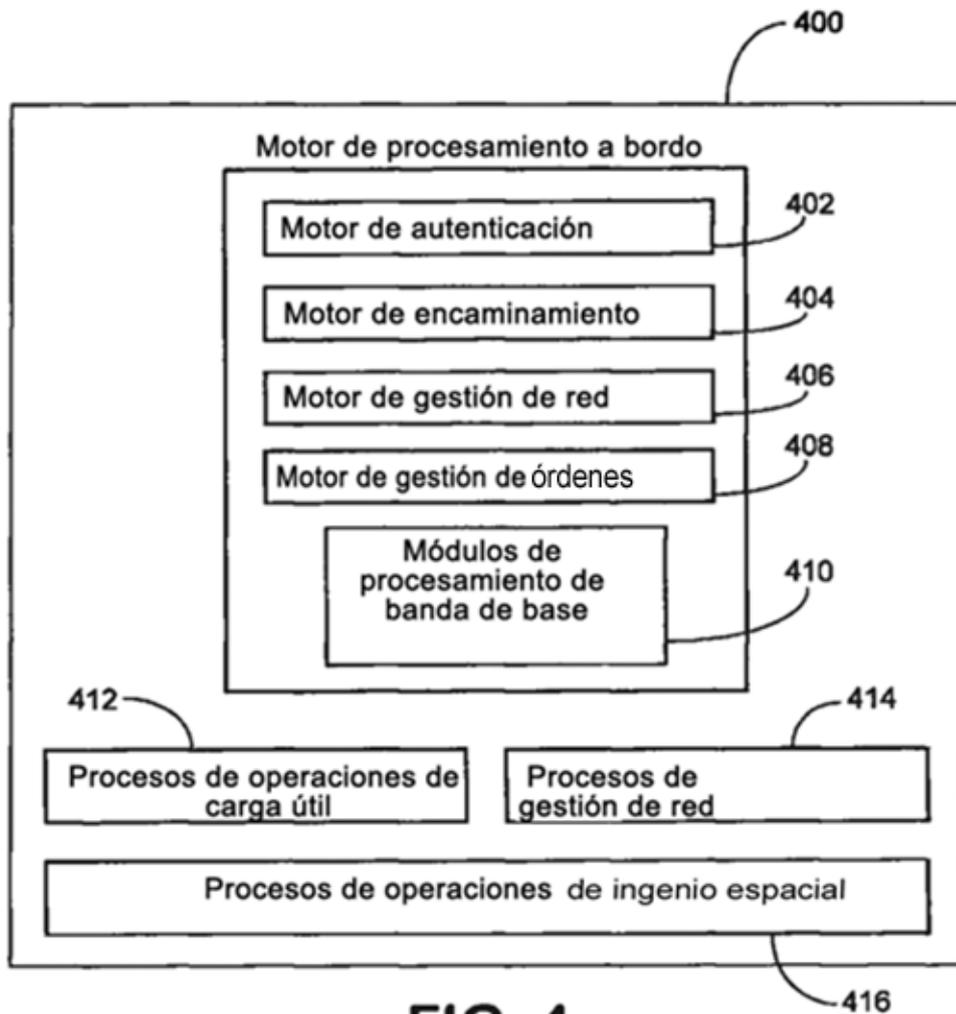
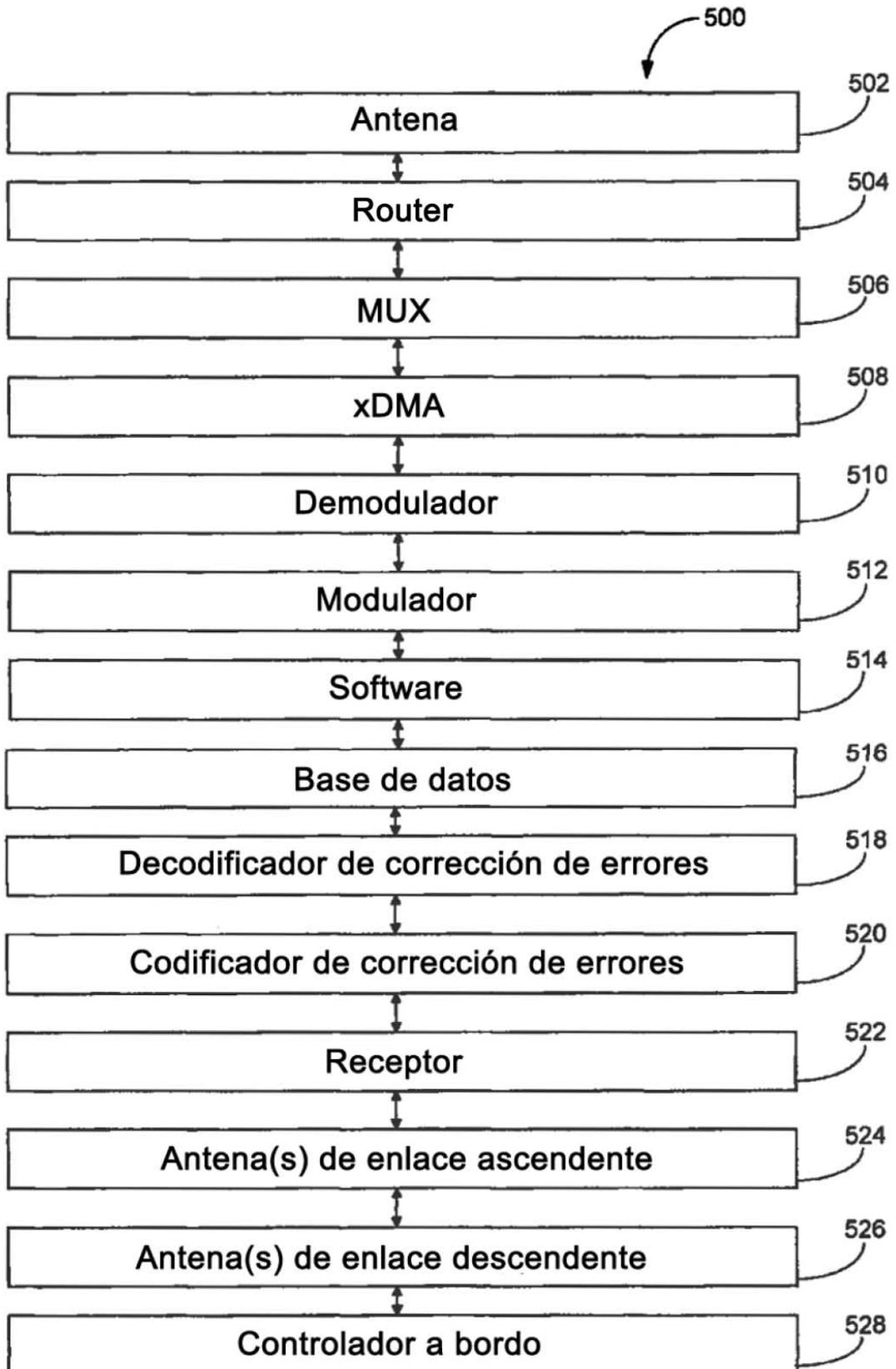
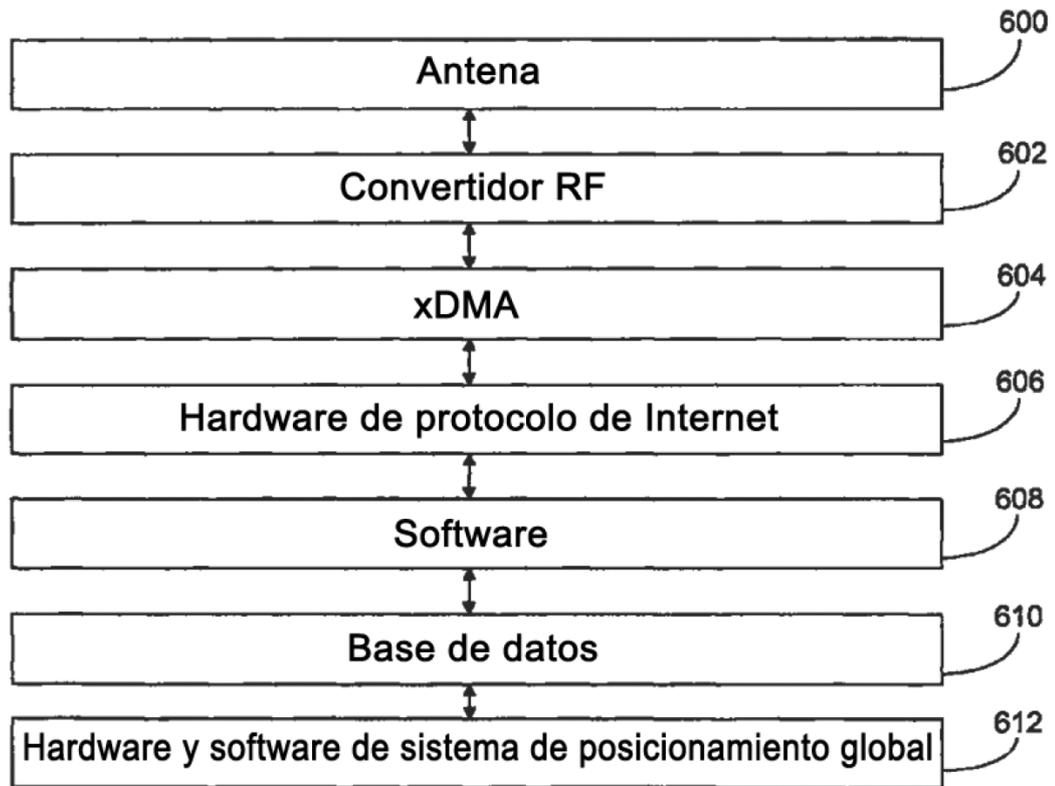


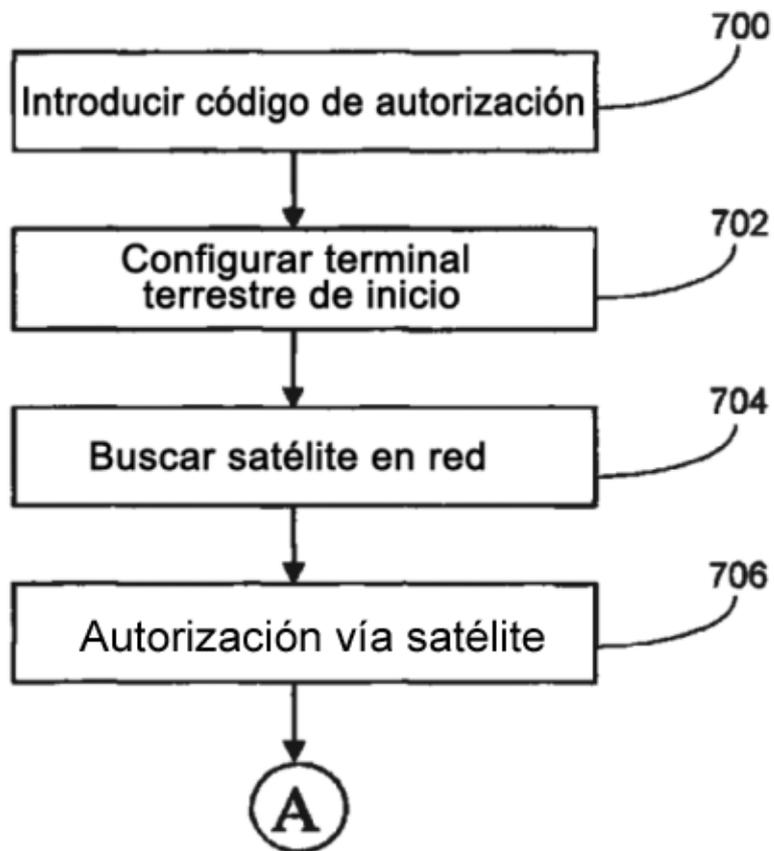
FIG. 4



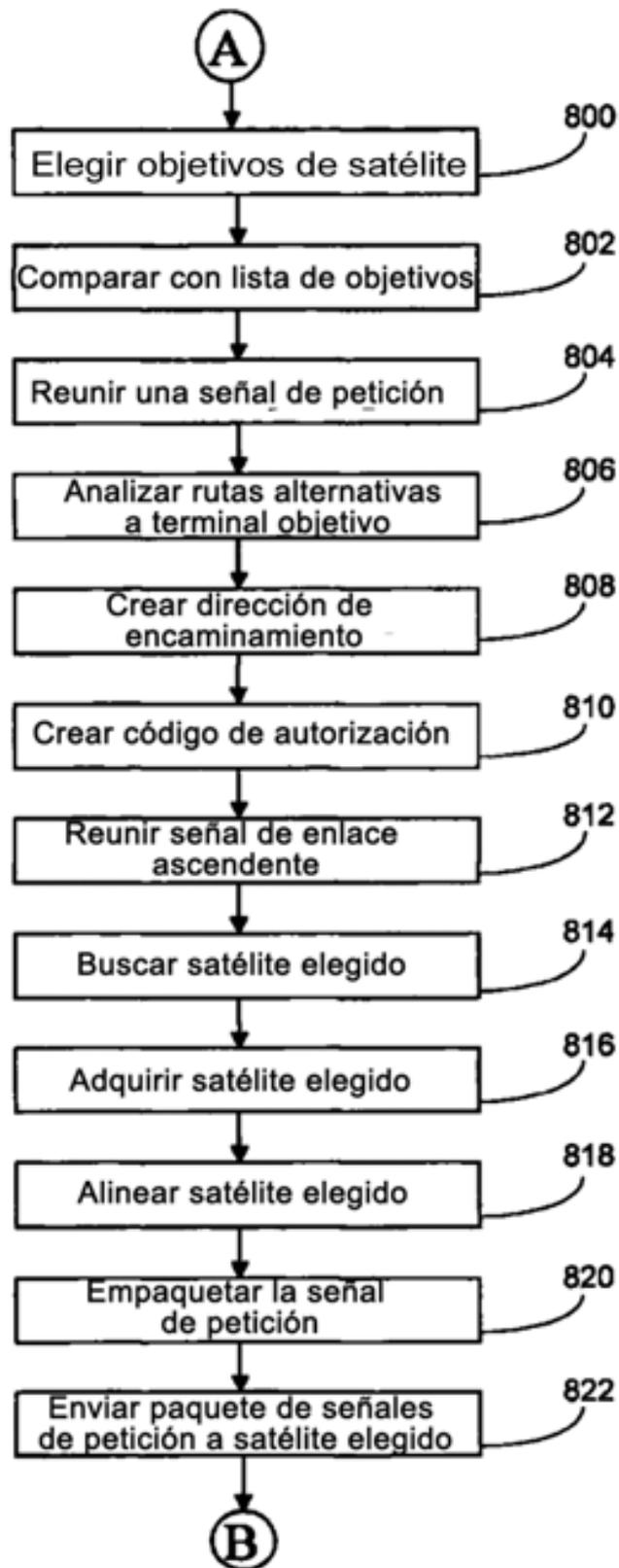
**FIG. 5**



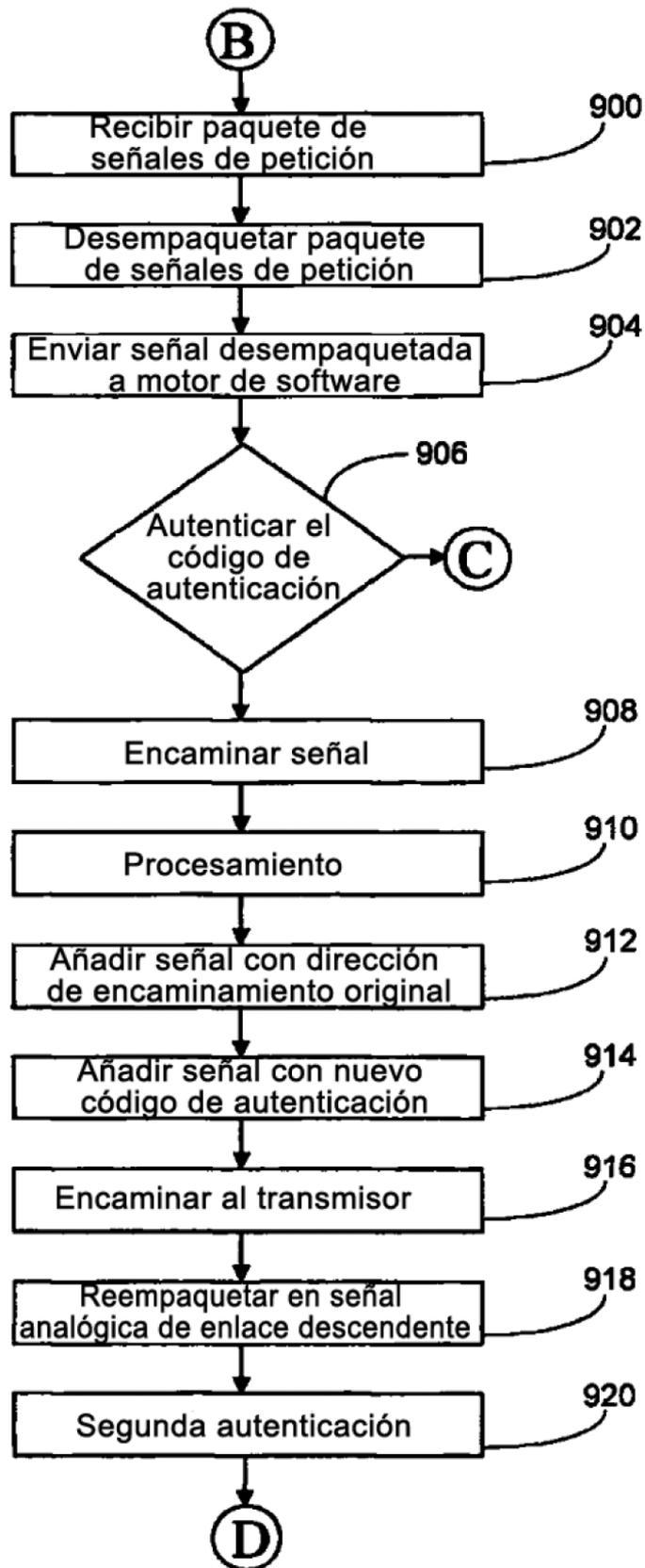
**FIG. 6**



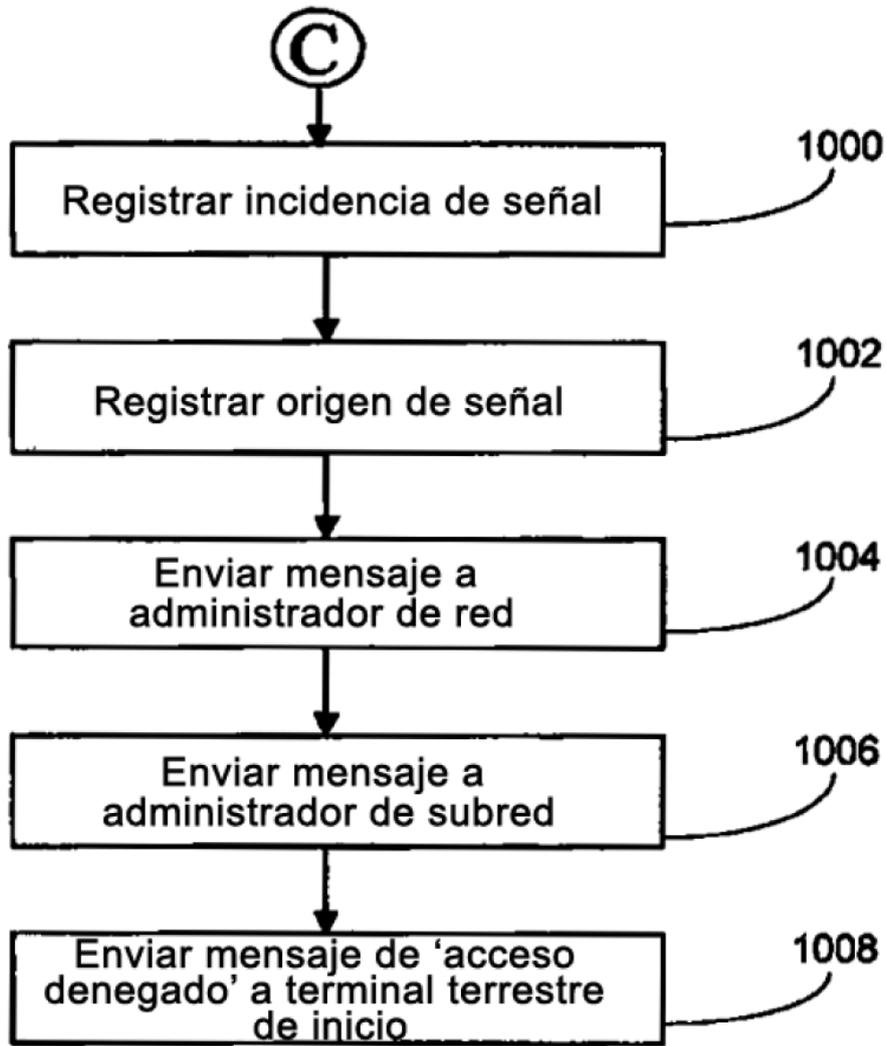
**FIG. 7**



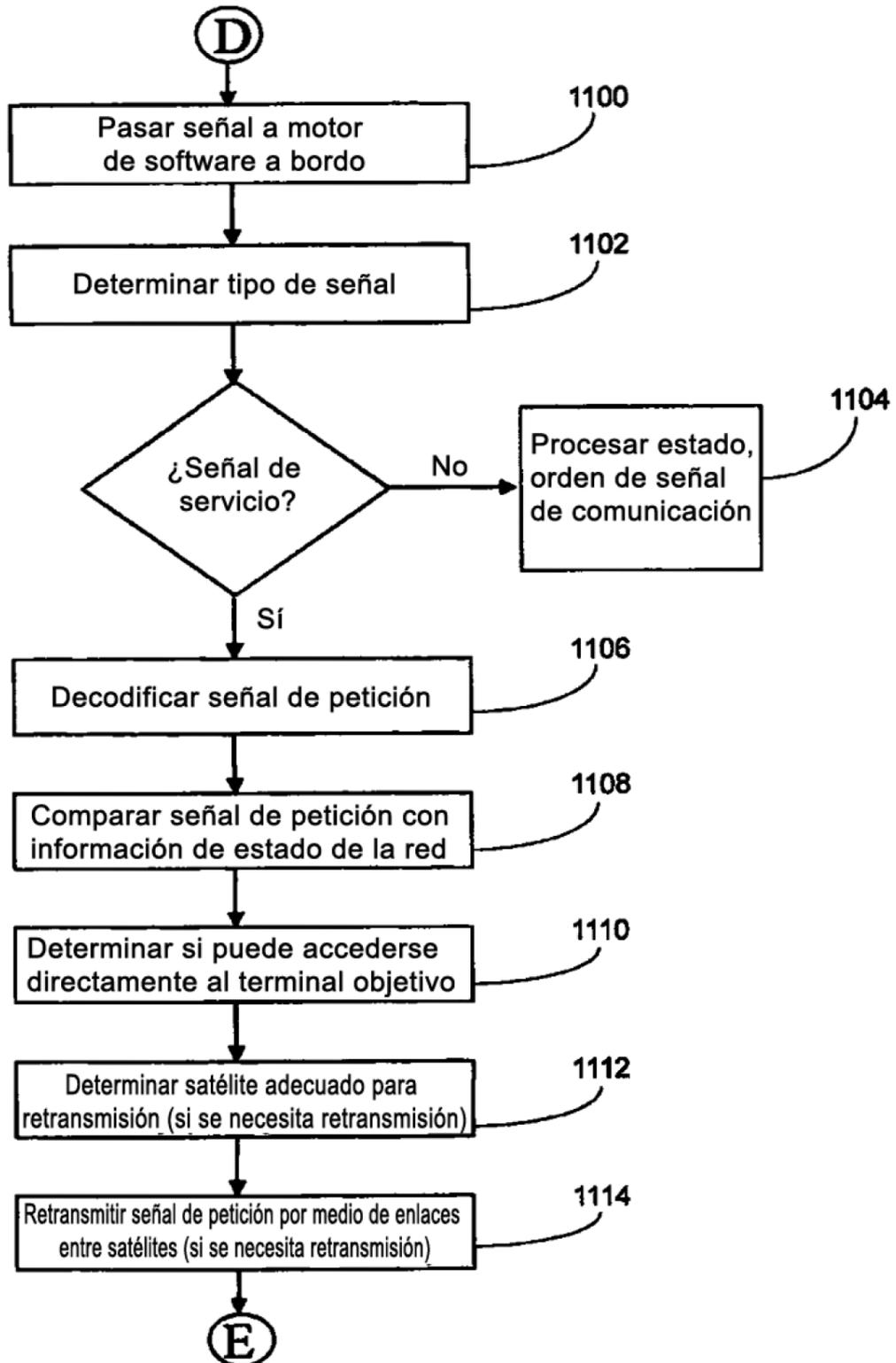
**FIG. 8**



**FIG. 9**



**FIG. 10**



**FIG. 11**

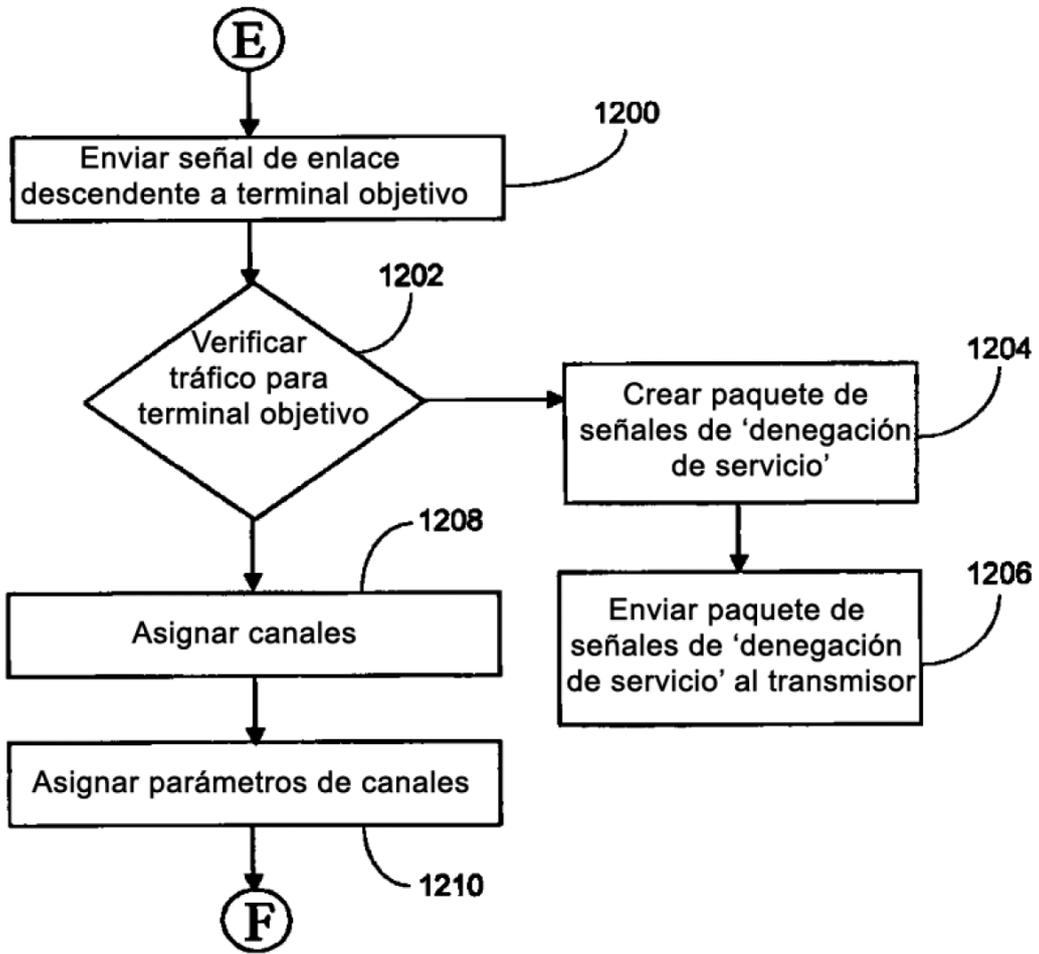


FIG. 12

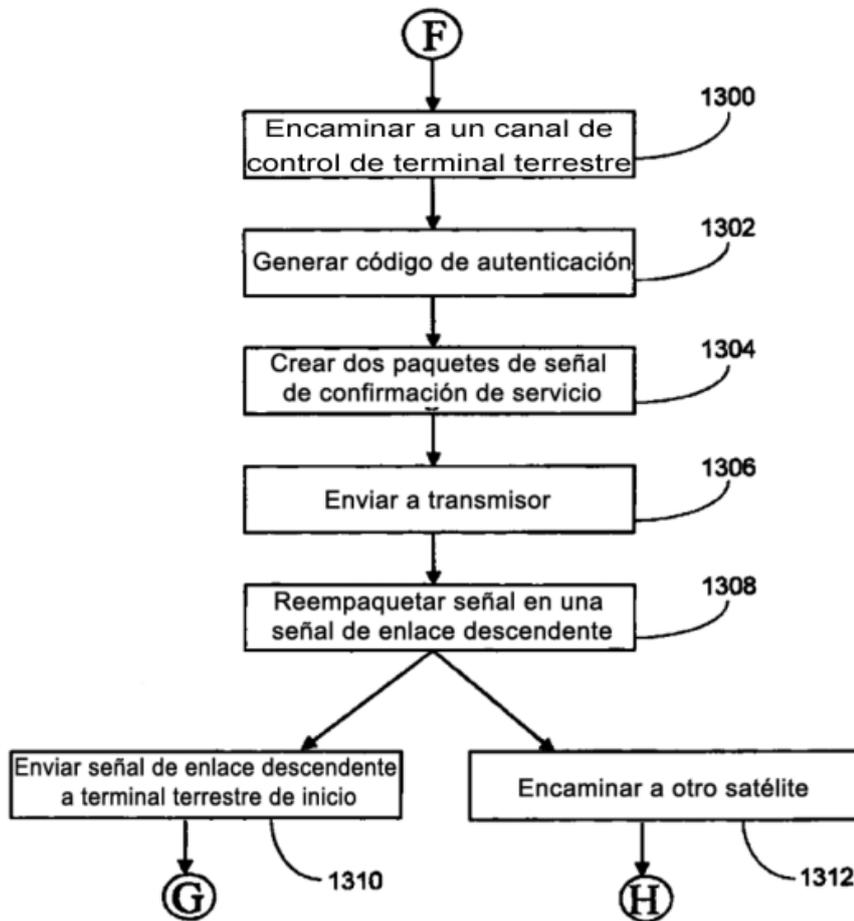
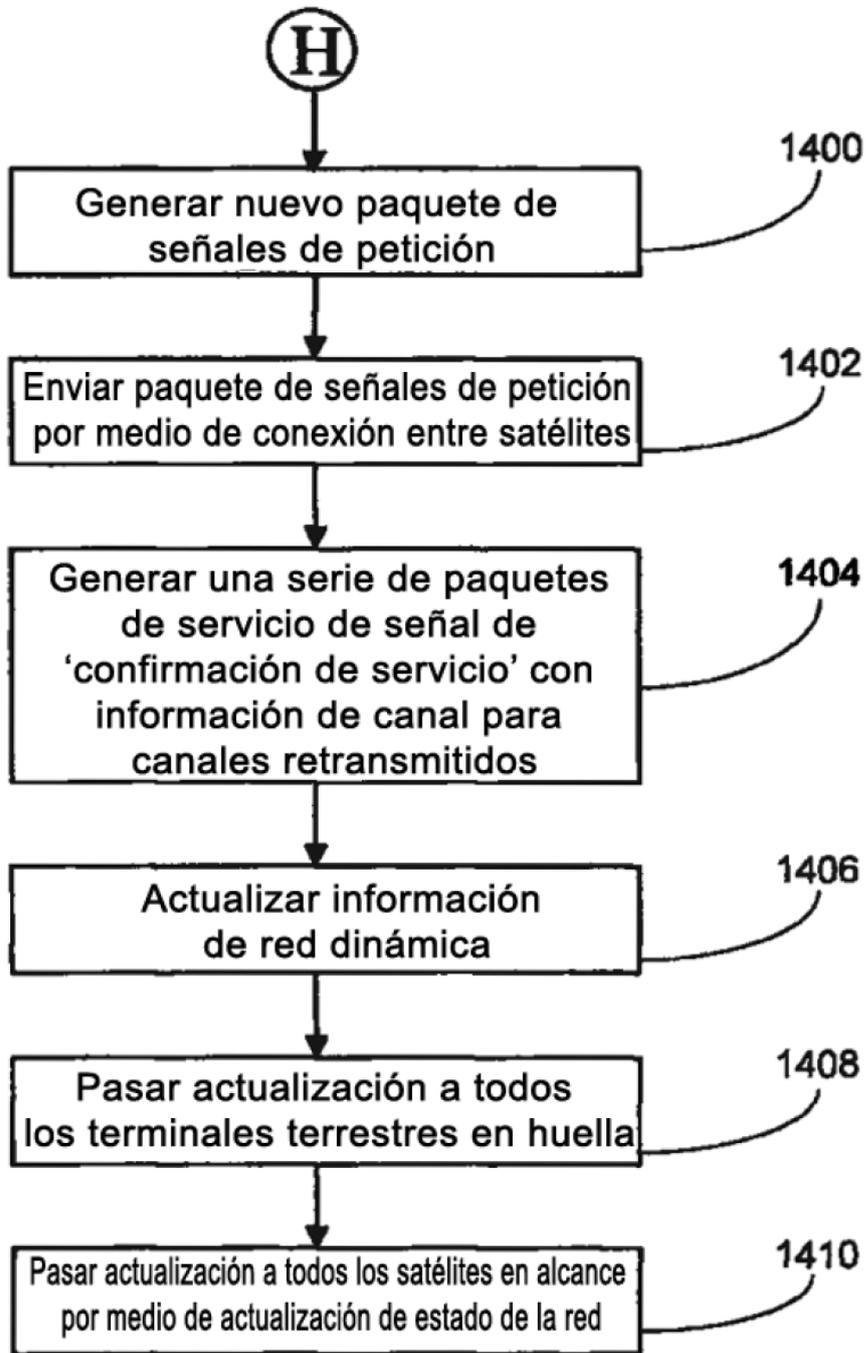
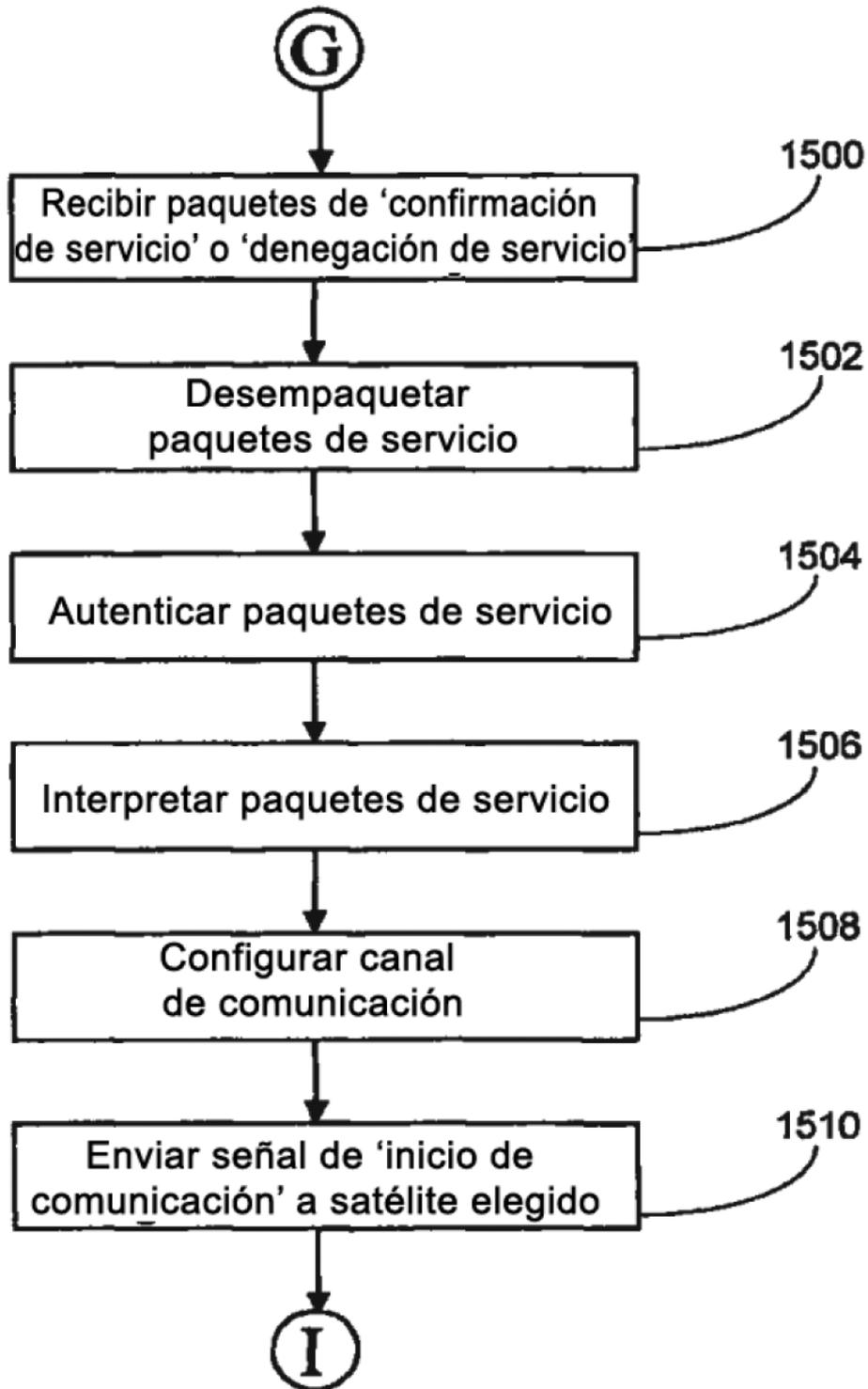


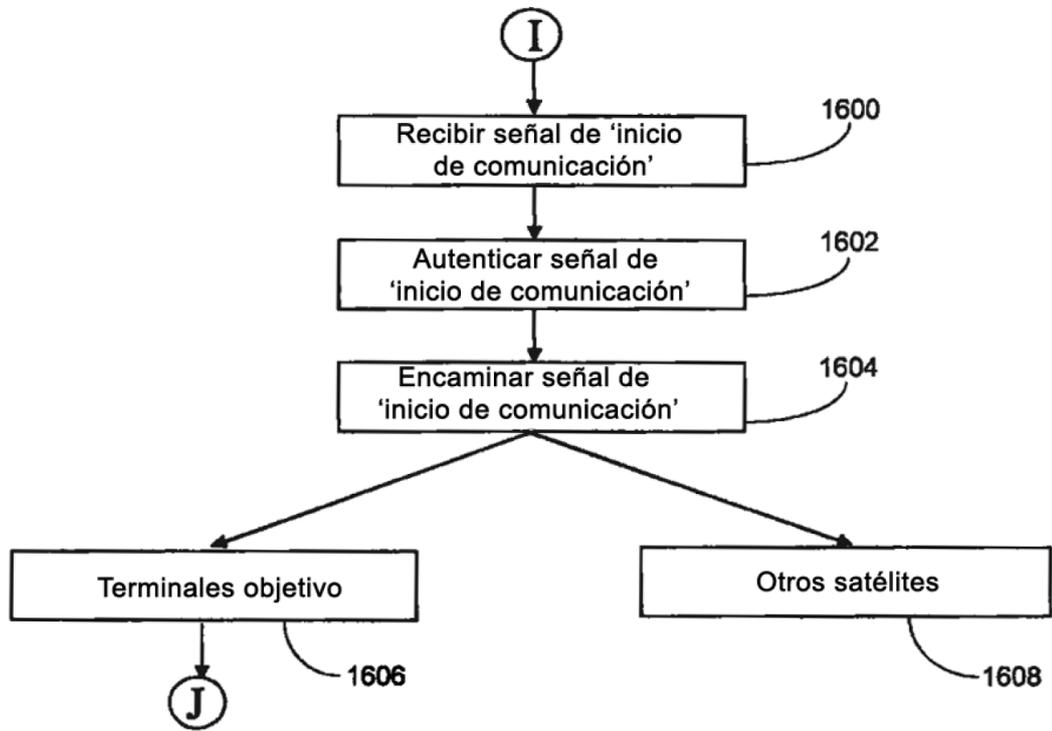
FIG. 13



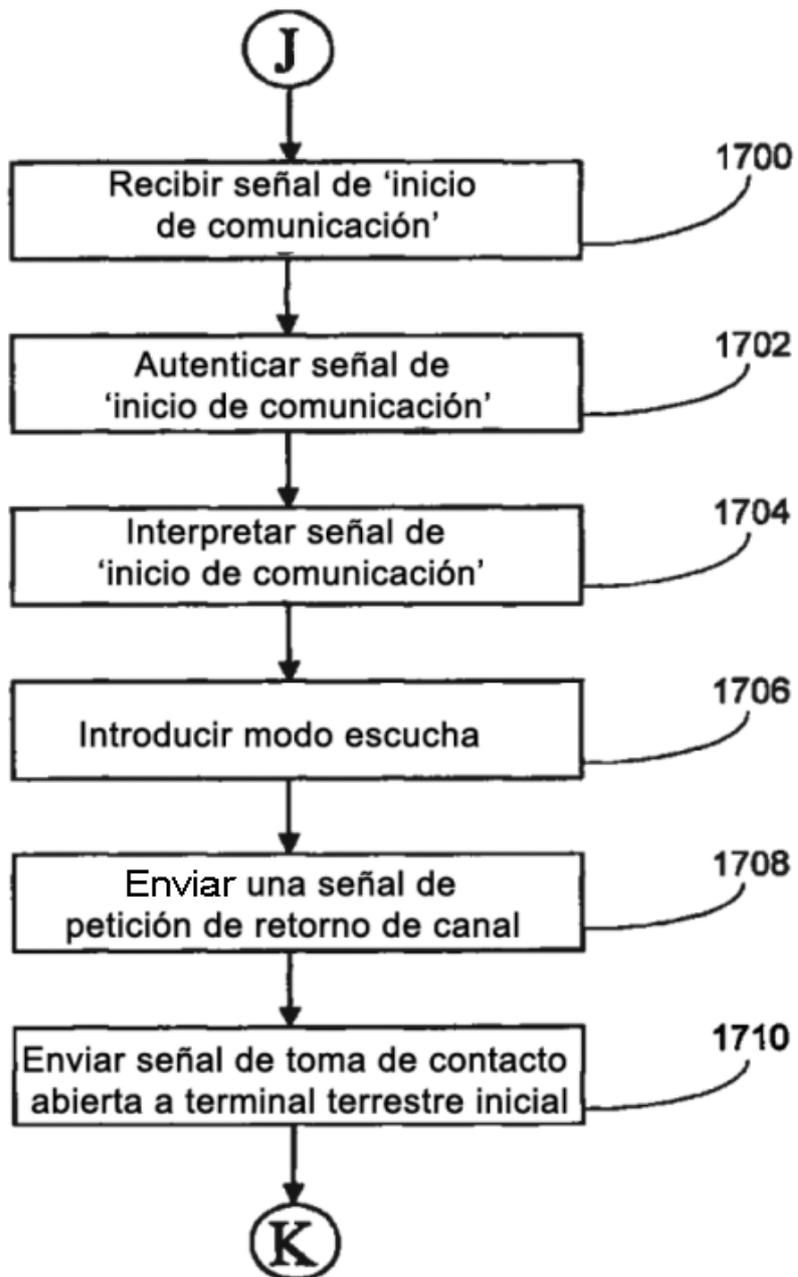
**FIG. 14**



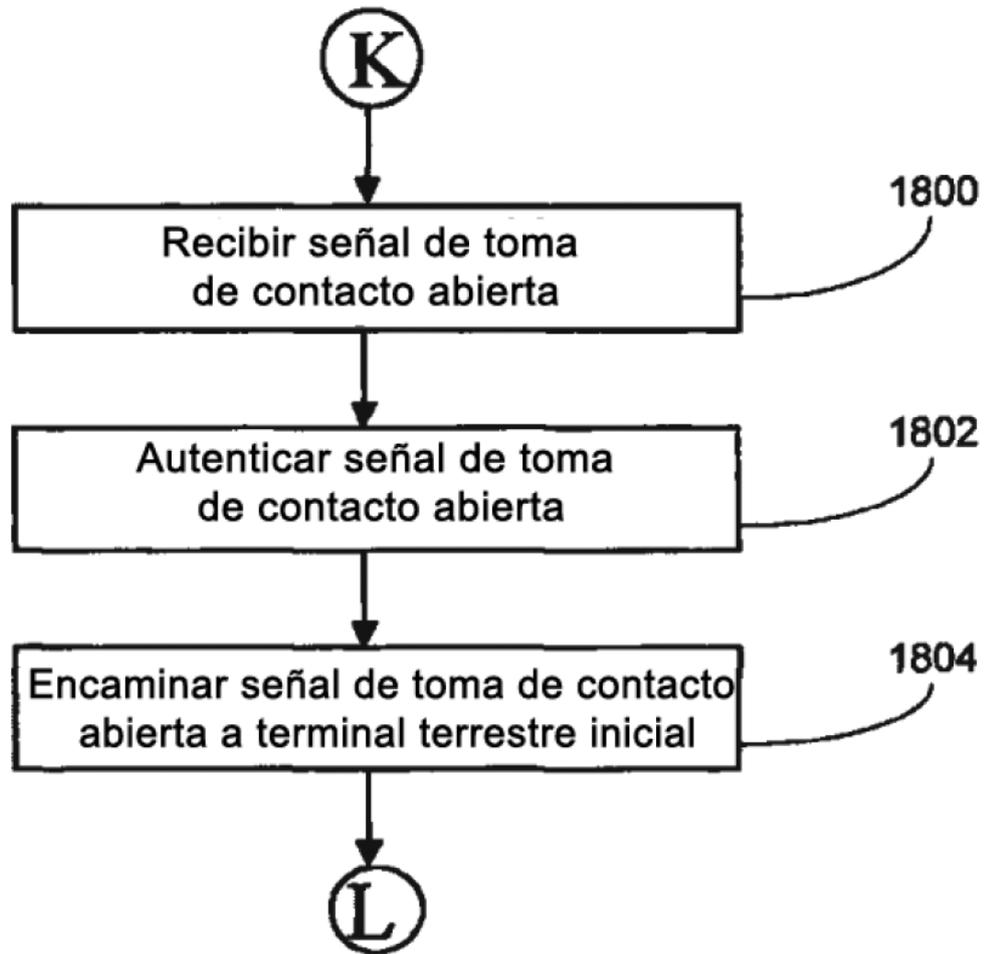
**FIG. 15**



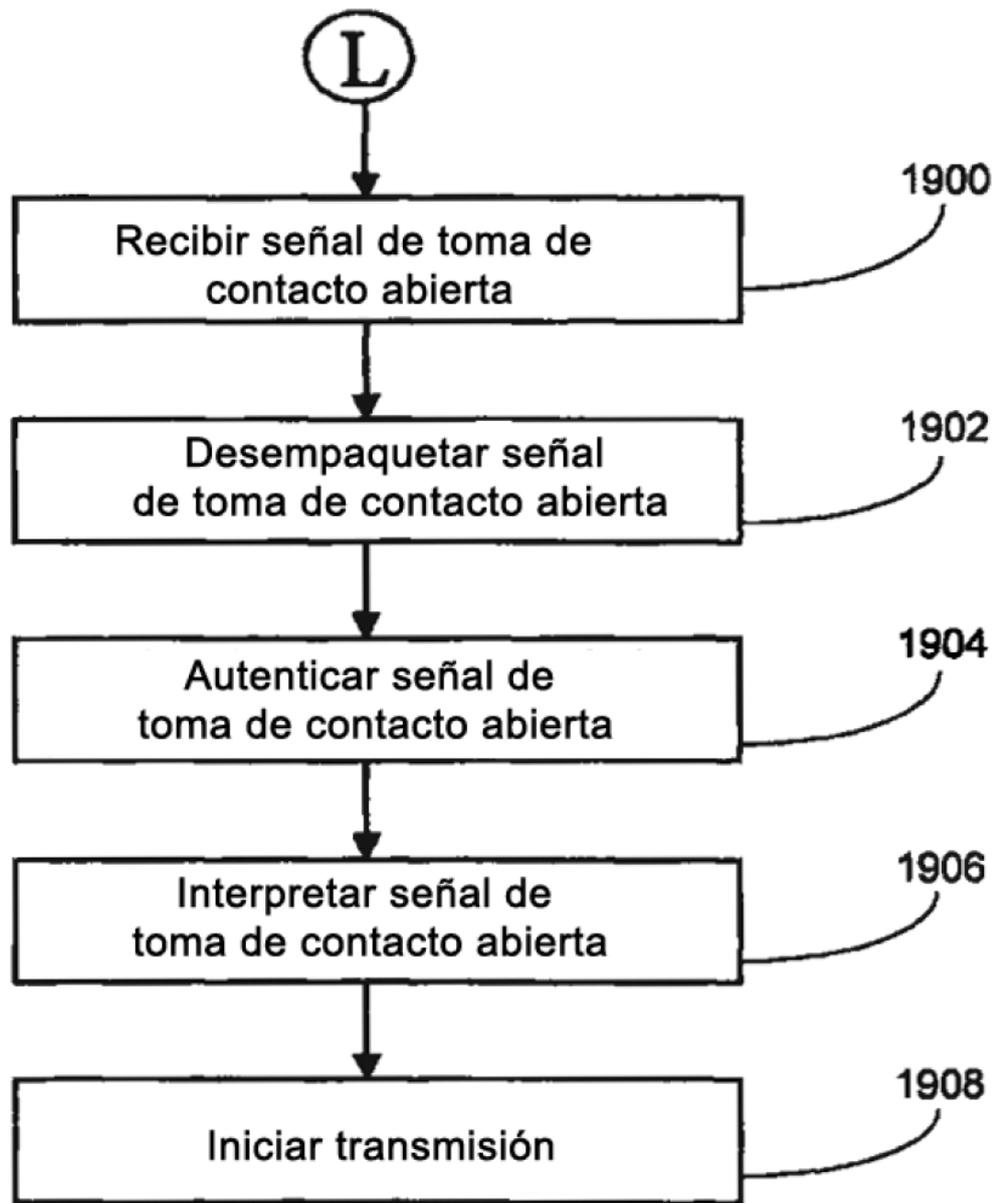
**FIG. 16**



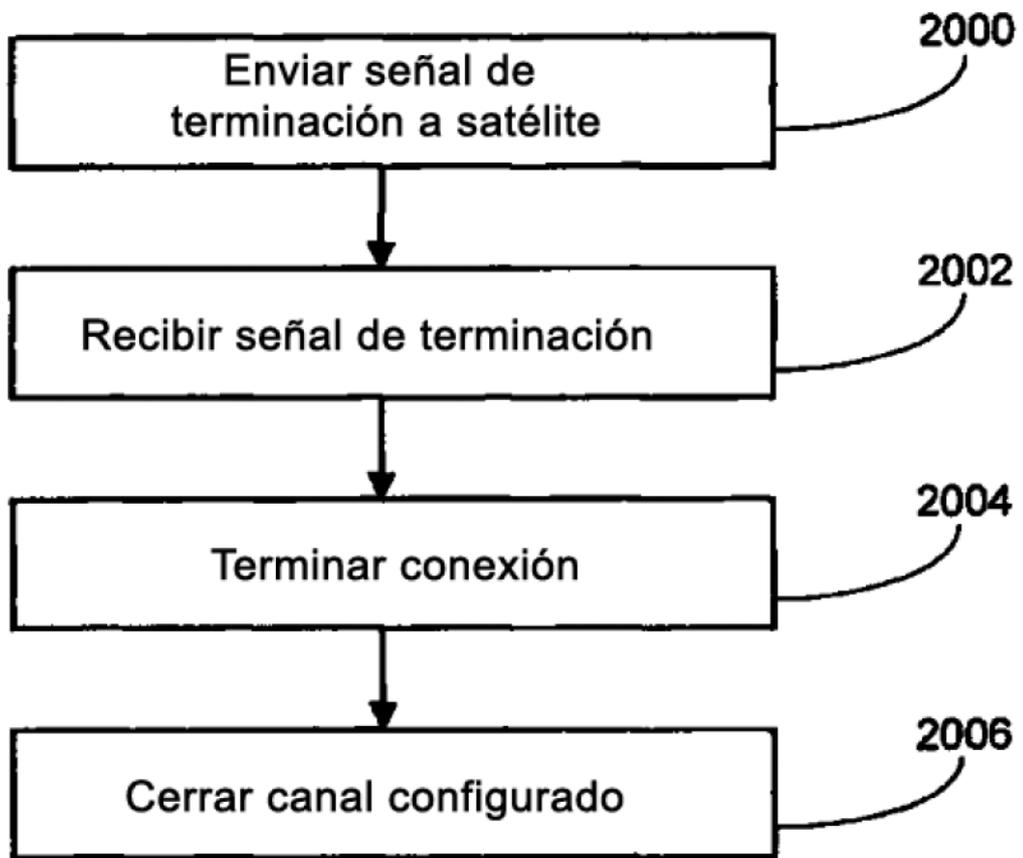
**FIG. 17**



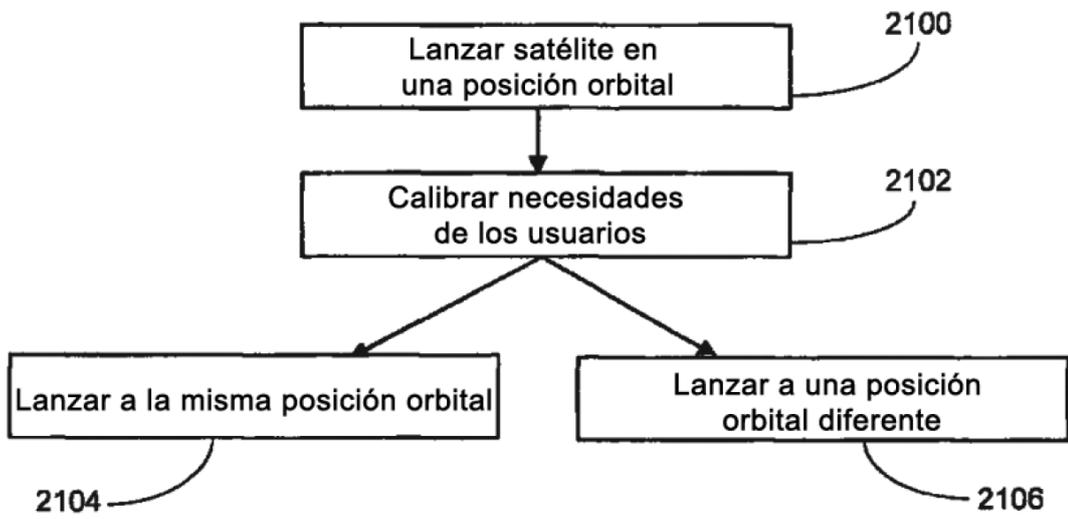
**FIG. 18**



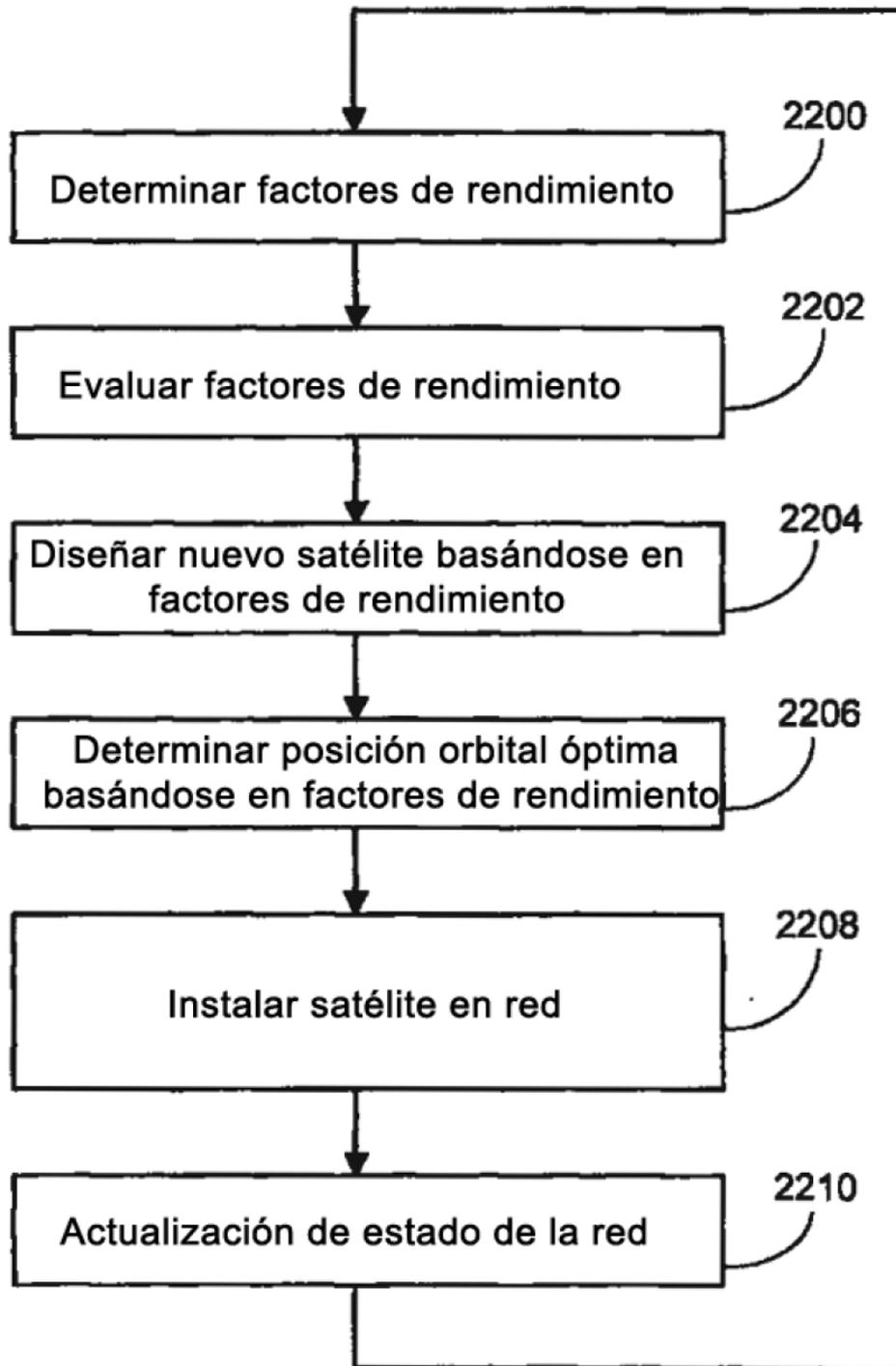
**FIG. 19**



**FIG. 20**



**FIG. 21**



**FIG. 22**

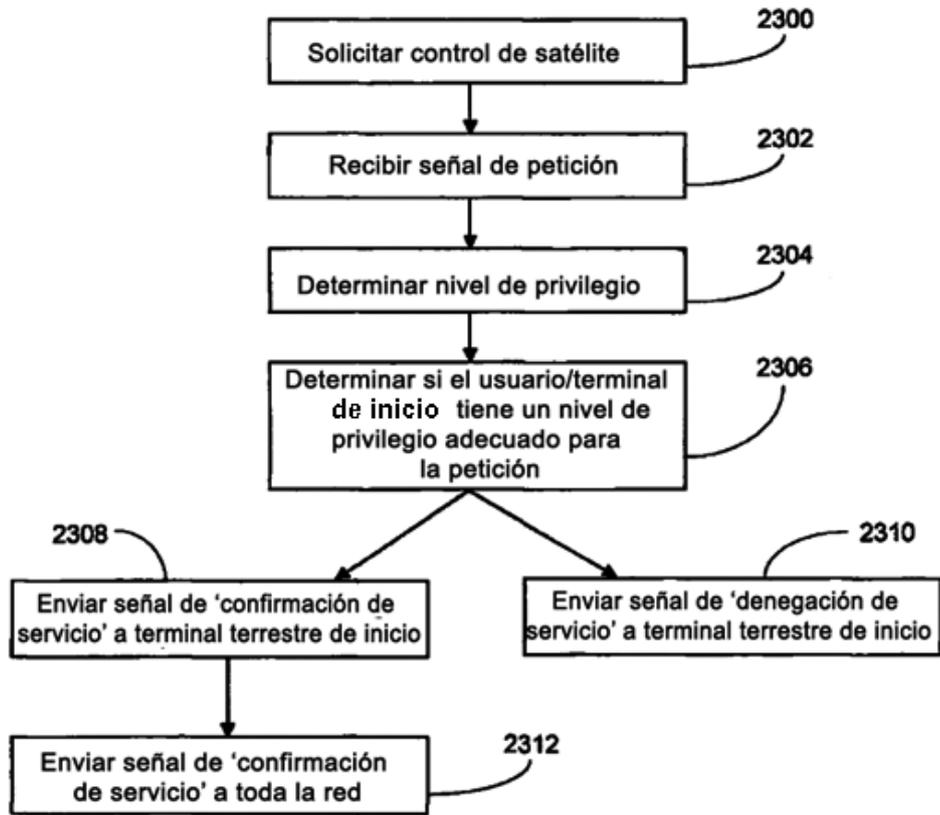
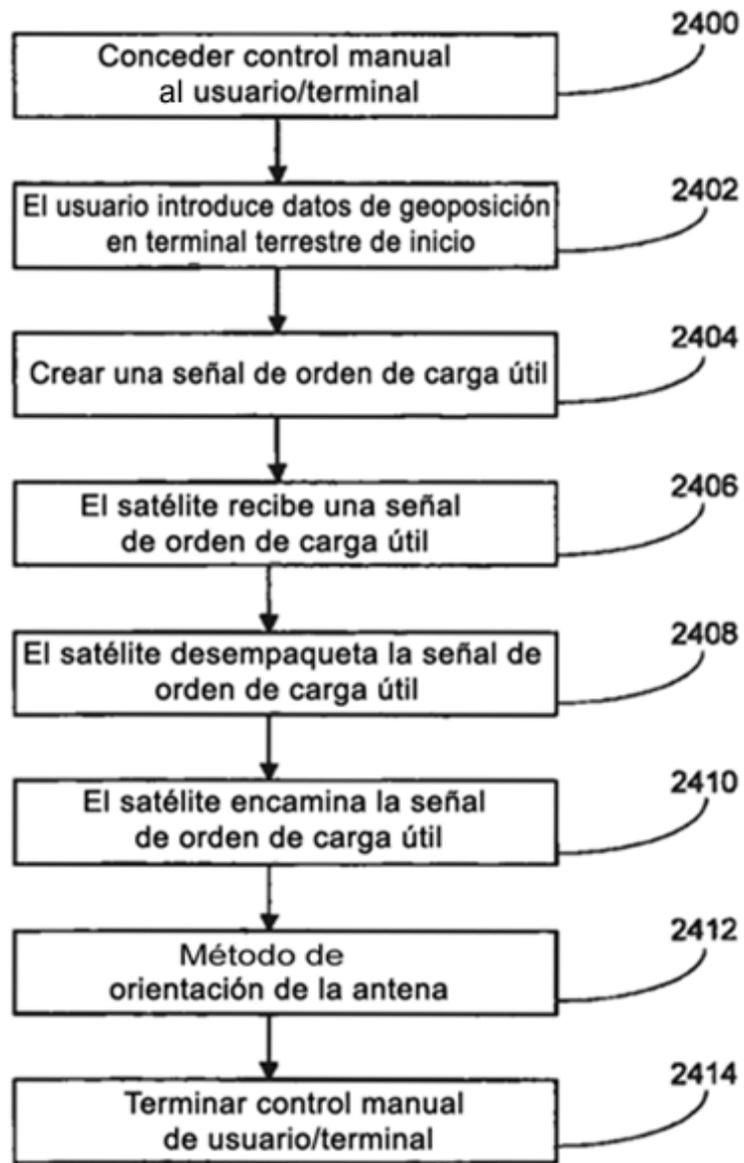
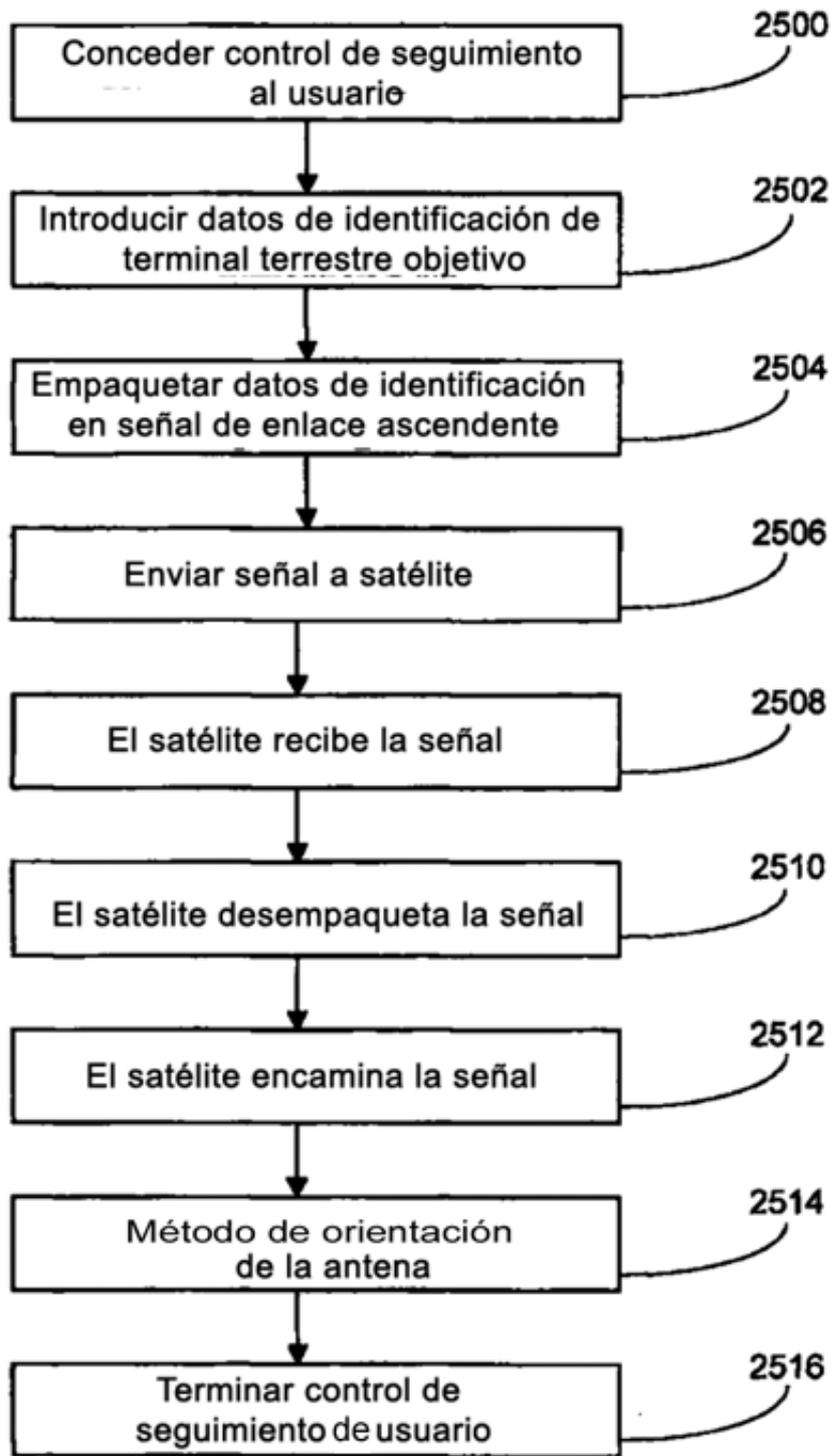


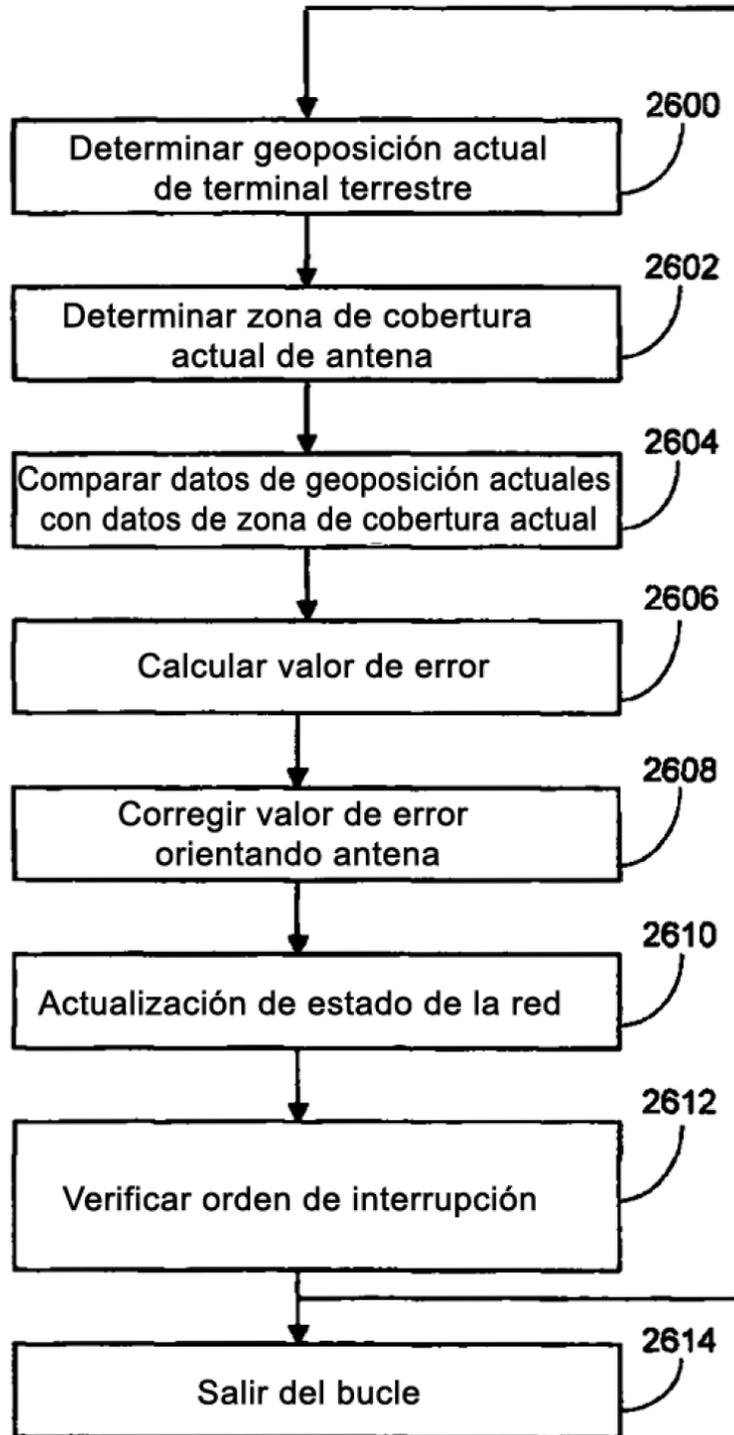
FIG. 23



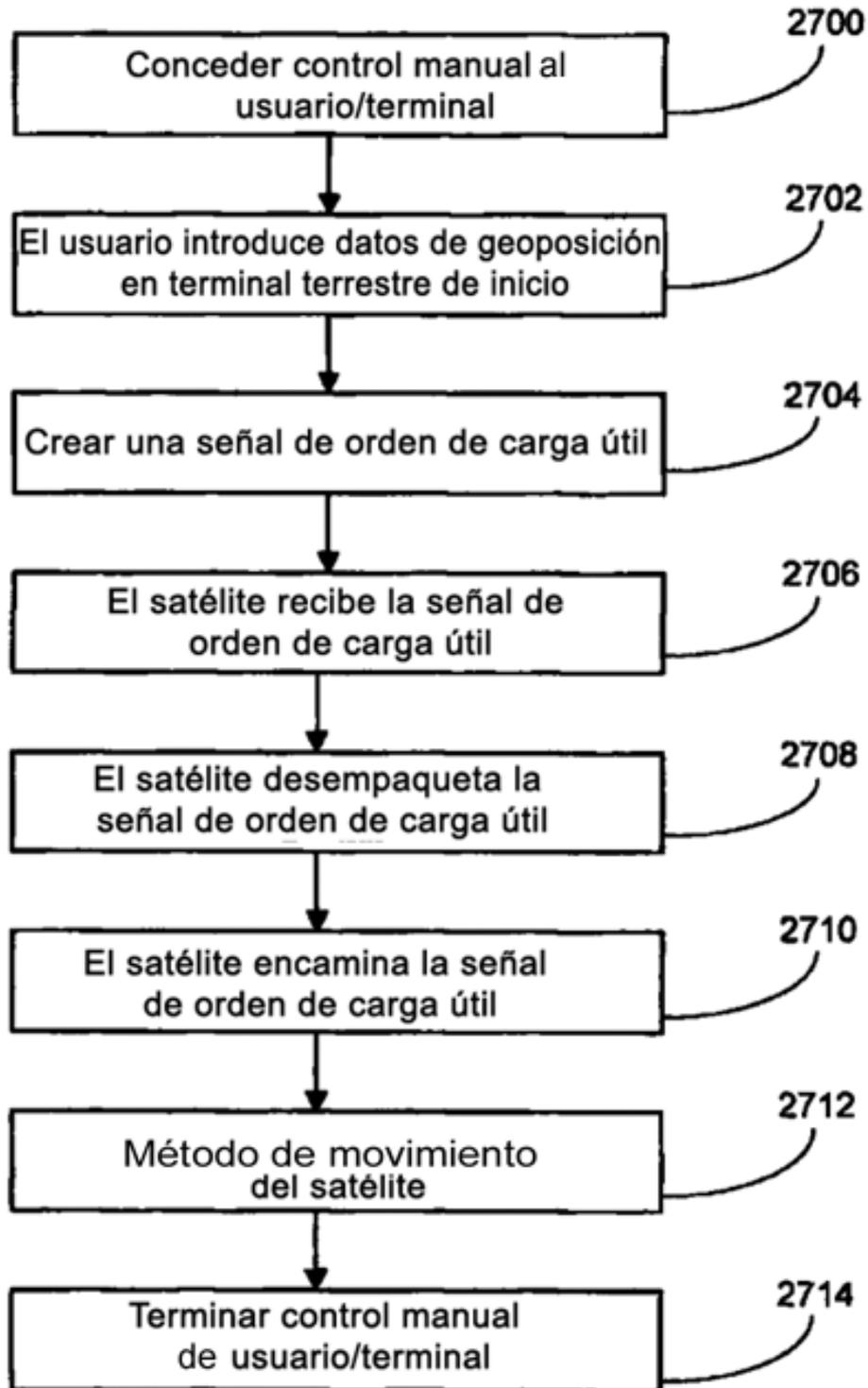
**FIG. 24**



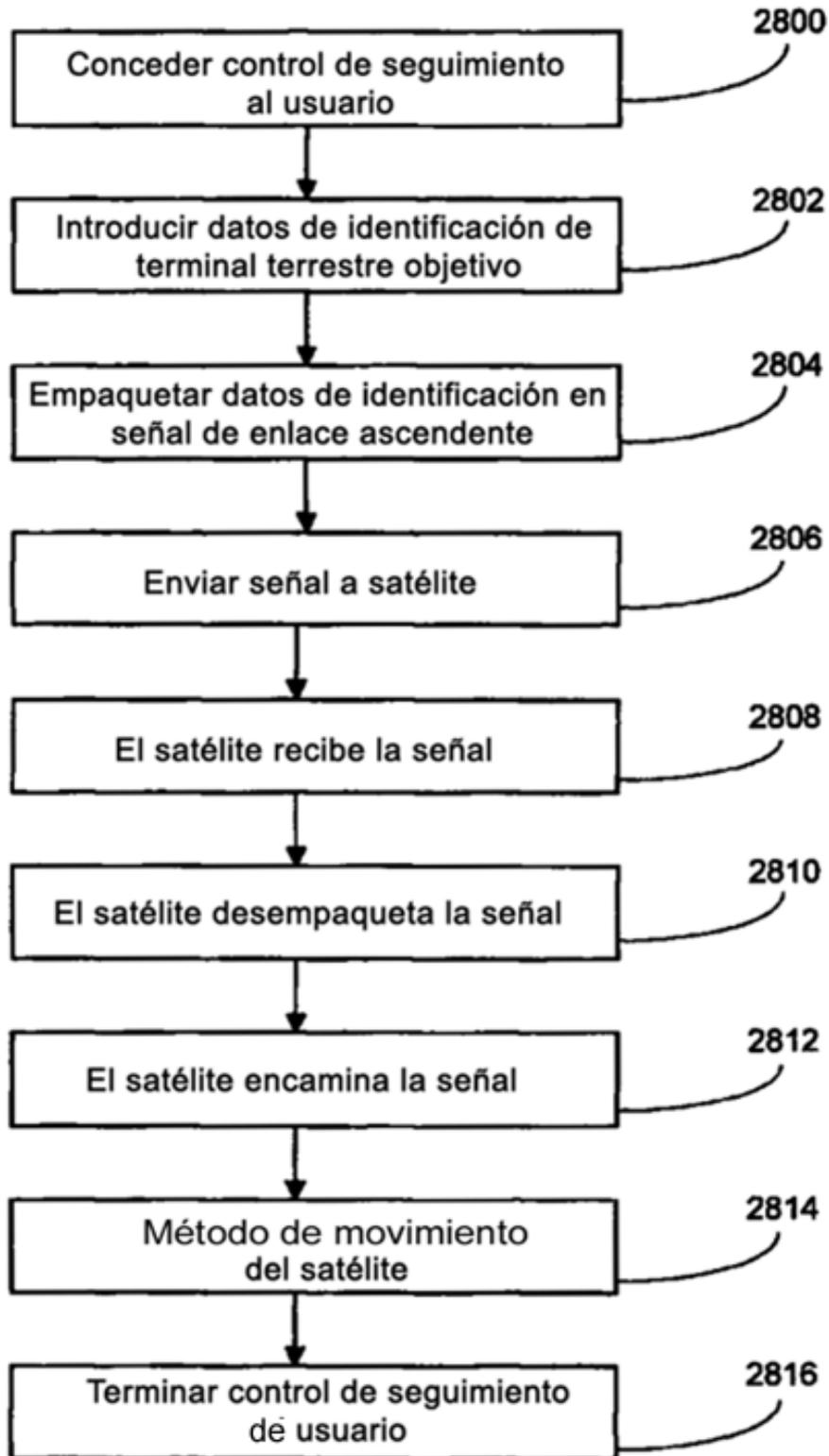
**FIG. 25**



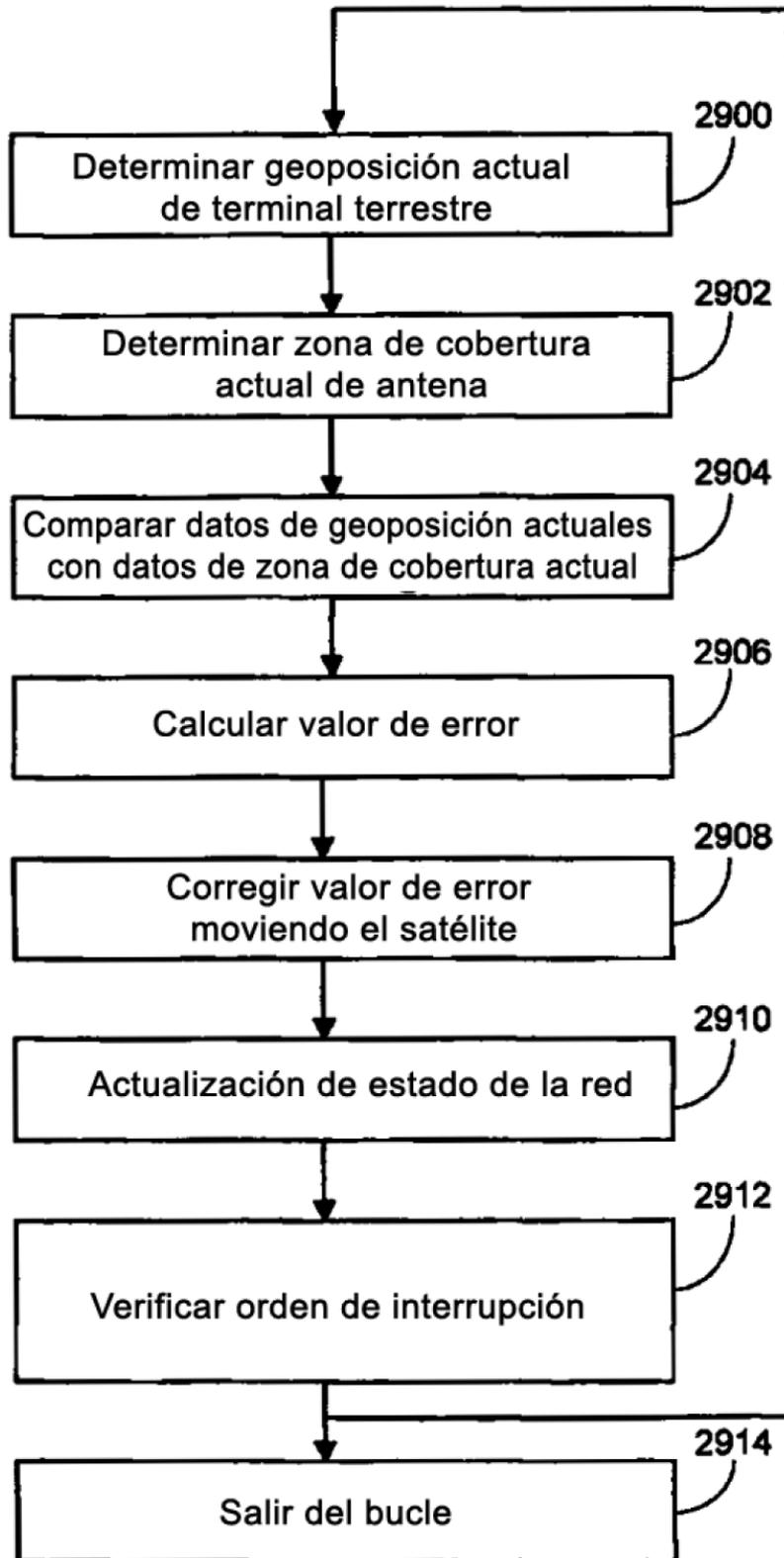
**FIG. 26**



**FIG. 27**



**FIG. 28**



**FIG. 29**

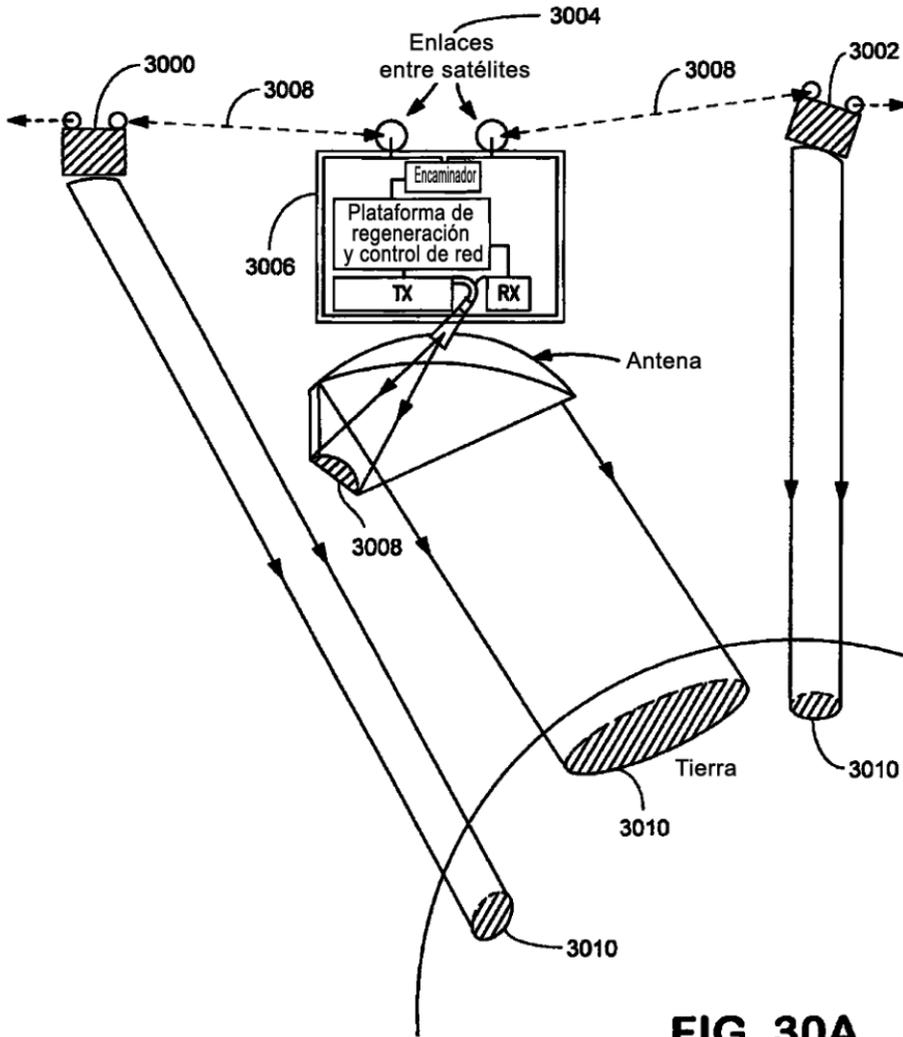


FIG. 30A

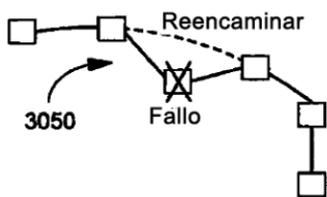


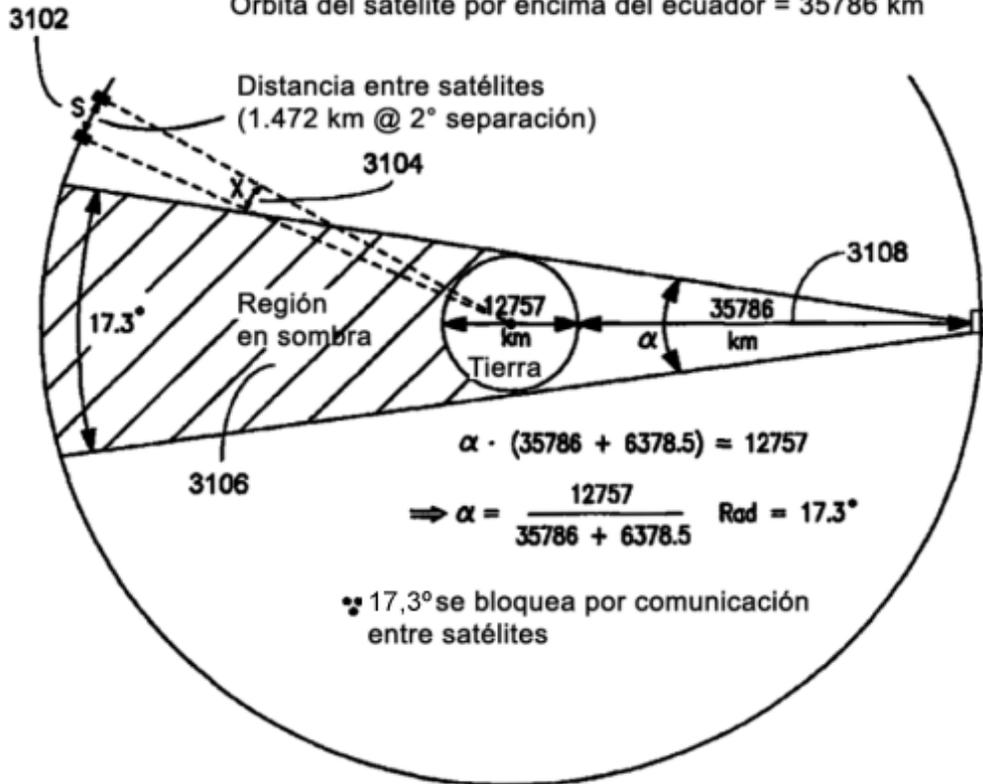
FIG. 30B

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 Distancia S, en satélite X grados entre satélites:

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°

⇒ 73,6 km de anchura

**FIG. 31**

