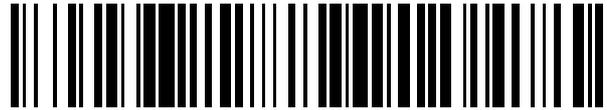


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 441**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/204**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.08.2008 PCT/US2008/072804**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.02.2009 WO09021238**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.08.2008 E 08797623 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018 EP 2186216**

54 Título: **Redundancia para puerta de enlace virtual**

30 Prioridad:

**09.08.2007 US 955026 P**

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

**18.03.2019**

73 Titular/es:

**VIASAT, INC. (100.0%)  
6155 El Camino Real  
Carlsbad, CA 92009, US**

72 Inventor/es:

**TREESH, FREDERICK y  
MILLER, MARK, J.**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

ES 2 704 441 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

Redundancia para puerta de enlace virtual

5 La presente solicitud se refiere a y reivindica el beneficio de la prioridad de US-A- 2012/0289225.

10 La presente invención se refiere a sistemas de comunicación vía satélite y, más especialmente, a sistemas de comunicación vía satélite que tienen múltiples haces puntuales que sirven como enlaces de comunicación entre múltiples puertas de enlace acopladas y una pluralidad de terminales de abonado, en donde los sistemas de comunicación vía satélite pueden proporcionar una redundancia para la puerta de enlace virtual sin tener que reservar recursos de una plataforma.

15 Las telecomunicaciones y las comunicaciones de datos están interconectadas a través de redes heterogéneas mediante puertas de enlace. Las puertas de enlace pueden ubicarse en varios lugares geográficos separados entre sí. Una puerta de enlace es un dispositivo de comunicación que interconecta redes en capas superiores a los enrutadores y convierte un protocolo de comunicación en otro protocolo de comunicación. Ejemplos de protocolos de telecomunicación son la retransmisión de tramas, RSDI; HDLC, X.25, T1/E1, T3/E3, ATM, SONET/SDH, etc. TCP/IP es un protocolo de comunicación de datos muy conocido que se utiliza para la comunicación por Internet. En esta descripción, puertas de enlace significa, en general, puertas de enlace, enrutadores, equipos de comunicación por conmutación, nodos de acceso, concentradores, estaciones terrestres, estaciones terrestres de comunicación vía satélite, que traducen las señales de comunicación entre terminales de abonado y servidores de servicios mediante un satélite. Ejemplos de servidores de servicios son servidores multimedia, servidores de correo electrónico, servidores de correos de voz, servidores de vídeo a demanda, etc. Las puertas de enlace terrestres pueden comprender una interfaz de señalización a una red telefónica tal como la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC), la Red de Telefonía Móvil a través de un centro de conmutación y/o una red de Internet Protocol (Protocolo de Internet -IP).

20 US-A-2005/197060 describe una arquitectura de haces puntuales de múltiples satélites escalable que emplea una pluralidad de satélites de haces puntuales activos relativamente pequeños y de baja potencia, y un número de satélites complementarios; US-A-2003/095064 describe un método para configurar configuraciones de constelaciones de satélites utilizando múltiples haces puntuales conmutables distintos y US-A-2005/207375 describe un sistema de una diversidad de satélites, un aparato y un método que usan una pluralidad de satélites que soportan múltiples regiones correspondientes a múltiples haces de satélite.

35 Muchos proveedores de servicios contemporáneos son de naturaleza nacional o multinacional. Por lo tanto, proporcionan servicios que pueden abarcar varias áreas geográficas y requerir varias puertas de enlace. Los proveedores de servicios a veces incluso cooperan con el objeto de ampliar sus redes. Para ello, sus puertas de enlace deben conectarse entre sí. Para garantizar una capacidad dedicada y un tiempo útil de servicio, los proveedores de servicios deben recurrir a la configuración de puertas de enlace redundantes (o de reserva) que se activan en caso de que las puertas de enlace principales fallen. Esto genera problemas con respecto al número de puertas de enlace inactivas así como a la utilización ineficiente de los recursos existentes. Esta falta de uso completo es cara, sobre todo si se tienen en cuenta el coste de la ocupación de espacio de almacenamiento físico y la utilización de la red.

40 Un ejemplo de control de si una puerta de enlace en la red de interconexión está activa y disponible o no es intercambiar mensajes de "mantenimiento" a través de la conexión. Si no se reciben mensajes de mantenimiento dentro de un intervalo especificado, la conexión con el protocolo de interfaz se pierde y la puerta de enlace se eliminará. En el funcionamiento normal, las puertas de enlace pueden usar determinados conceptos de algoritmos de enrutamiento para mantener la actualización de la dirección del Internet Protocol (Protocolo de Internet -IP) de la próxima puerta de enlace de transferencia de datos de un ordenador a otro en intervalos especificados. Por ejemplo, el algoritmo de enrutamiento basado en el vector de distancia (también denominado algoritmo Bellman Ford) y el algoritmo de enrutamiento basado en el estado de enlace son conocidos por el experto en la técnica. RIP es un protocolo de enrutamiento muy simple basado en vectores de distancia. BGP es otro protocolo de enrutamiento basado en vectores de distancia. Un protocolo de vectores de distancia tiene a cada puerta de enlace transmitiendo pares (dirección de destino, coste) a los vecinos de esas puertas de enlace. Existen dos tipos de formatos de RIP documentados en RFC 1058 y RFC 2453. En el enrutamiento basado en el estado del enlace, cada puerta de enlace se encarga de conocer a su vecino y aprender sus nombres. Cada puerta de enlace construye un paquete conocido como link-state packet (paquete de estado de enlace -LSP), que contiene una lista de los nombres y costes para cada uno de sus vecinos. El LSP se transmite a todas las otras puertas de enlace, y cada puerta de enlace almacena el LSP generado más recientemente. Cada puerta de enlace, provista de la información en los LSP, calcula rutas para cada destino. El algoritmo de Dijkstra se puede usar para calcular las rutas.

50 Los grandes proveedores de servicios de redes, tales como AT&T y Sprint, tienen información de enrutamiento para todas sus direcciones de red. Sus puertas de enlace intercambian información usando protocolos de puertas de enlace exteriores, siendo el protocolo de puerta de enlace fronteriza versión 4 (BGP 4) el estándar y documentado en RFC 1771. Las puertas de enlace usan conexión TCP para intercambiar información con puertas de enlace vecinas. Cuando no está disponible una puerta de enlace, cada extremo de la conexión retira todas las rutas que pasan por el vecino no disponible. Se entiende que los protocolos de enrutamiento están evolucionando y es probable que queden obsoletos por otros RFC y/o versiones más recientes.

La gran mayoría de los abonados en áreas urbanas o suburbanas utilizan redes híbridas de fibra y coaxial, cable o ADSL. Tanto el cable como la ADSL dependen de cables físicos para proporcionar acceso a la red. El gasto principal depende de la distancia geográfica entre los abonados y los nodos de acceso. El coste de la infraestructura es compartido por todos los abonados que residen en el área. Cuando la densidad de abonados es baja, tal como en áreas rurales o remotas, las infraestructuras cableadas son demasiado caras de implementar. Una solución alternativa es enrutar señales de información a los terminales de abonados de destino por satélite. Un transmisor en la puerta de enlace sube las señales de información al satélite, cuya frecuencia las convierte y envía al área geográfica destinada a través de sus múltiples haces puntuales.

El satélite es conceptualmente similar a una estación base en una red de comunicaciones celular, donde la estación base está ubicada a una altitud muy alta por encima de la Tierra. Un satélite geoestacionario (GEO) está en órbita aproximadamente 36.000 km por encima del ecuador, y su revolución alrededor de la Tierra está sincronizada con la rotación de la Tierra. Por lo tanto, el satélite GEO parece estacionario, es decir, fijado con respecto a la superficie de la Tierra.

Al igual que una infraestructura celular, una red satelital puede dividir la geografía cubierta (impresión) en muchas impresiones más pequeñas usando antenas de múltiples haces. Las puertas de enlace en la impresión de un haz puntual pueden comunicarse con los terminales de abonado ubicados en las impresiones de otros haces puntuales. El término haz puntual se refiere a un patrón de radiación direccional provisto por una antena de satélite en la que el área de cobertura geográfica está limitada a una impresión que tiene una línea visual al satélite. Los haces puntuales pueden llevar comunicaciones bidireccionales, enviadas en paquetes en intervalos de tiempo específicos y frecuencias asignadas. Además, todas las tecnologías inalámbricas para comunicaciones celulares tales como las tecnologías CDMA, FDMA y TDMA y sus combinaciones pueden aplicarse, además, a la comunicación vía satélite. Al igual que las redes de comunicación celular que emplean la reutilización de frecuencia para maximizar la eficacia del ancho de banda, un sistema de comunicación vía satélite tiene la ventaja adicional de emplear polarización ortogonal para aumentar aún más el ancho de banda disponible.

Un sistema satelital de haces puntuales puede comprender una pluralidad de intervalos de tiempo o frecuencia ortogonales (definidos como patrones de color), una pluralidad de patrones de reutilización de frecuencias que pueden ser de estructuras regulares, donde se requiere una capacidad distribuida uniformemente, y una pluralidad de haces puntuales.

En un sistema satelital de haces puntuales es deseable tener una redundancia de puertas de enlace para disminuir o eliminar significativamente cualquier deficiencia con respecto a la capacidad dedicada del sistema durante períodos de interrupción de las puertas de enlace temporales. La interrupción podría estar causada por catástrofes naturales o un mantenimiento rutinario. En un sistema con un gran número de puertas de enlace y haces de servicio al usuario esto puede significar añadir importantes recursos a la plataforma satelital para permitir que una puerta de enlace de reserva asuma el control de los haces de otra puerta de enlace.

También es deseable contar con la capacidad de un despliegue de puertas de enlace en fase durante las primeras etapas del sistema sin sacrificar la cobertura sobre toda el área de servicio.

### Breve resumen de la invención

La presente invención se refiere a un método y un sistema para proporcionar cobertura a las comunicaciones vía satélite en un área geográfica. Esto puede incluir la utilización de múltiples puertas de enlace incluyendo, al menos, una primera y una segunda puerta de enlace, en donde la primera y segunda puerta de enlace pueden estar interconectadas mediante una red de comunicaciones. La primera puerta de enlace se configura para utilizar, al menos, un primer haz puntual asociado a, al menos, una primera área de cobertura dentro del área geográfica para proporcionar la reposición de comunicaciones vía satélite en, al menos, una primera área de cobertura. La segunda puerta de enlace se configura para utilizar, al menos, un segundo haz puntual asociado a, al menos, una segunda área de cobertura dentro del área geográfica para proporcionar la reposición de comunicaciones vía satélite en al menos una segunda área de cobertura. La, al menos, una primera y segunda áreas de cobertura pueden estar adyacentes. Ante una condición de fallo asociada al primer haz puntual, la, al menos, una segunda área de cobertura se expande para proporcionar la reposición de las comunicaciones vía satélite para algunos de los primeros terminales de abonado sin utilizar el primer haz puntual.

En una realización de la presente invención, el segundo haz puntual incluye, al menos, dos segundos haces puntuales asociados a, al menos, dos segundas áreas de cobertura que se expanden ante la condición de fallo. Antes de expandirse las al menos dos segundas áreas de cobertura, los al menos dos segundos haces puntuales pueden configurarse para utilizar un color común de frecuencia y polarización. Tras expandirse las, al menos, dos segundas áreas de cobertura, los, al menos, dos segundos haces puntuales pueden configurarse para utilizar distintos colores de frecuencia y polarización para reducir los efectos de interferencia recíproca. Bajo ciertas condiciones de expansión, los, al menos, dos segundos haces puntuales pueden usar bandas de frecuencia separadas y/o polarizaciones diferentes.

En otra realización de la presente invención, el método puede utilizar codificación y modulación adaptativa para expandir el o los segundos haces puntuales.

5 En otra realización más de la presente invención, el método puede aumentar la potencia de transmisión para expandir el o los segundos haces puntuales.

La siguiente descripción detallada junto con los dibujos adjuntos brindarán una mejor comprensión de la naturaleza y las ventajas de la presente invención.

#### 10 **Breve resumen de los dibujos**

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de comunicación vía satélite ilustrativo según una realización de la presente invención.

15 La Figura 2A muestra un diagrama de bloques de enlaces descendentes hacia delante (haces puntuales), estando cada haz asociado a una puerta de enlace correspondiente según una realización de la presente invención.

La Figura 2B muestra una tabla de modulación y codificación ilustrativa según una realización de la presente invención.

20 La Figura 2C muestra una tabla de direcciones-SNR ilustrativa según una realización de la presente invención.

La Figura 3 muestra un ejemplo de un patrón de cuatro colores en forma de diagrama de bloques según una realización de la presente invención.

25 La Figura 4 muestra un patrón de cuatro colores de un haz puntual ilustrativo según una realización de la presente invención.

La Figura 5 muestra una distribución de haces ilustrativa en forma de diagrama de bloques de tres puertas de enlace separadas que tienen 4 colores cada una según una realización de la presente invención.

30 La Figura 6 muestra un despliegue ilustrativo de una sola puerta de enlace en un sistema de despliegue de puertas de enlace en fase según una realización de la presente invención.

35 La Figura 7 muestra un diagrama de bloques ilustrativo de un sistema completamente desplegado que experimenta el fallo de una de las puertas de enlace según una realización de la presente invención.

La Figura 8 muestra el haz central asociado a la puerta de enlace fallida y los haces adyacentes según una realización de la presente invención.

40 La Figura 9 muestra un reagrupamiento funcional del haz en el que todos los haces adyacentes se agrandan y cubren completamente el haz central asociado a la puerta de enlace fallida de la Fig. 8 según una realización de la presente invención.

45 La Figura 10 muestra un subconjunto de los haces de servicio del diagrama de bloques ilustrativo de la Fig. 9 para destacar la interacción de dos haces que tienen el mismo color según una realización de la presente invención.

La Figura 11 muestra un diagrama ilustrativo de dos haces que tienen el mismo color que en la Fig. 10 dividiendo la banda de frecuencia del color en dos subbandas según una realización de la presente invención.

50 La Figura 12 muestra un diagrama ilustrativo de dos haces con el mismo color que en la Fig. 10 que tienen una polarización ortogonal según una realización de la presente invención.

#### **Descripción detallada de la invención**

55 La Figura 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema 100 de comunicaciones vía satélite ilustrativo configurado según varias realizaciones de la invención. El sistema 100 de comunicaciones vía satélite incluye una red 120, tal como Internet, interconectada con una o más puertas 115 de enlace que se configuran para comunicarse con uno o más terminales 130 de abonado, a través de un satélite 105.

60 A veces, a la puerta 115 de enlace se la denomina enrutador, interruptor, nodo de acceso, concentrador o estación de tierra satelital y da servicio a los enlaces alimentadores 135, 140 hacia y desde el satélite 105. Aunque solo se muestra una puerta 115 de enlace, esta realización tiene varias puertas de enlace, todas ellas acopladas a la red 120, por ejemplo, veinte o cuarenta puertas de enlace. La puerta 115 de enlace programa el tráfico a los terminales 130 de abonado, aunque otras realizaciones podrían realizar la programación en otras partes del sistema 100 de comunicación vía satélite.

65

Los terminales 130 de abonado o usuario incluyen una unidad exterior 134, un módem 132 por satélite y una antena 125. Si bien el sistema 100 de comunicaciones vía satélite se ilustra como un sistema de comunicación basado en un satélite geoestacionario, debe observarse que varias realizaciones descritas en la presente memoria no se limitan al uso en sistemas basados en satélites geoestacionarios, por ejemplo, algunas realizaciones podrían ser sistemas basados en satélites de low earth orbit (órbita terrestre baja -LEO). Algunas realizaciones podrían tener un satélite 105, mientras que otras podrían tener más satélites trabajando juntos sincronizados.

Un sistema 100 de comunicaciones vía satélite aplicable a varias realizaciones de la invención se expone ampliamente en la memoria. En esta realización, existe una cantidad predeterminada de espectro de frecuencias disponible para la transmisión. Los enlaces alimentadores pueden usar frecuencias iguales o superpuestas con respecto a los enlaces de servicio o podrían usar frecuencias diferentes. Las puertas 115 de enlace podrían colocarse fuera de los haces de servicio cuando se reutilicen las frecuencias.

La red 120 puede ser cualquier tipo de red y puede incluir, por ejemplo, Internet, una red IP, una Intranet, una red de área amplia (WAN), una red de área local (LAN), una red privada virtual (VPN), una red de fibra óptica, una red híbrida fibro-coaxial, una red por cable, la Red Telefónica Conmutada (RTC), la Red Pública de Conmutación de Datos (PSDN), una red móvil terrestre pública, y/o cualquier otro tipo de red que admite comunicaciones de datos entre dispositivos descritos en la memoria en distintas realizaciones. La red 120 puede incluir tanto conexiones por cable como inalámbricas, incluidos los enlaces ópticos. Tal como se ilustra en un número de realizaciones, la red puede conectar la puerta 115 de enlace con otras puertas de enlace (no representadas) que también estén en comunicación con el satélite 105.

La puerta 115 de enlace proporciona una interfaz entre la red 120 y el satélite 105. La puerta 115 de enlace puede configurarse para recibir datos e información dirigidos a uno o más terminales 130 de abonado y puede formatear los datos y la información para su envío al correspondiente dispositivo de destino a través del satélite 105. De manera similar, la puerta 115 de enlace puede configurarse para recibir señales del satélite 105 (p. ej., desde uno o más terminales 130 de abonado) dirigidas a un destino conectado con la red 120, y puede formatear las señales recibidas para la transmisión con la red 120. La puerta 115 de enlace puede usar una señal de difusión, con un formato de modulación y codificación ("ModCod") adaptado para cada paquete a las condiciones de enlace del terminal 130 o del conjunto de terminales 130 a los que se dirige el paquete (p. ej., para tener en cuenta las condiciones variables del enlace 150 de servicio desde el satélite 105 con respecto a cada terminal 130 respectivo).

Un dispositivo (no mostrado) conectado a la red 120 puede comunicarse con uno o más terminales 130 de abonado y a través de la puerta 115 de enlace. Los datos y la información, por ejemplo, datagramas del Internet protocol (protocolo de Internet -IP), pueden enviarse desde un dispositivo en la red 120 a la puerta 115 de enlace. La puerta 115 de enlace puede formar un marco de Medium Access Control (control de acceso medio -MAC) según una definición de capa física para transmisión con el satélite 130. Se pueden usar varias técnicas de modulación y codificación de transmisiones de capas físicas con algunas realizaciones de la invención, incluidas las definidas por las normas de transmisión DVB-S2 desarrollada en 2003 y ratificada por el ETSI (EN 302 307), DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification developed by Cable Labs [Especificación de Interfaz para Servicios de Datos por Cable desarrollada por Cable Labs]) y WiMAX (The Worldwide interoperability for Microwave Access based on the IEEE802.16) [Interoperabilidad Mundial para el Acceso por Microondas basado en el IEEE802.16]). El enlace 135 desde la puerta 115 de enlace al satélite 105 se denomina a continuación en la memoria como el enlace ascendente 135 hacia delante.

La puerta 115 de enlace puede utilizar una antena 110 para transmitir la señal de enlace ascendente hacia delante al satélite 105. En una realización, la antena 110 comprende un reflector parabólico con alta direccionalidad en la dirección del satélite 105 y baja direccionalidad en otras direcciones. La antena 110 puede comprender una variedad de configuraciones alternativas e incluir características operativas tales como alto aislamiento entre polarizaciones ortogonales, alta eficacia en las bandas de frecuencia operativas, alta ganancia y bajo ruido.

En una realización de la presente invención, un satélite geoestacionario 105 está configurado para recibir las señales de la ubicación de la antena 110 y dentro de la banda de frecuencia y polarización específica transmitidas. El satélite 105 puede usar, por ejemplo, una antena reflectora, una antena de lente, una antena en fase, una antena activa o cualquier otro mecanismo conocido en la técnica para la recepción de tales señales. Las señales recibidas desde la puerta 115 de enlace se amplifican con un low-noise amplifier (amplificador de ruido bajo -LNA) y, a continuación, se convierten en frecuencia (a través de un transpondedor) a una frecuencia de transmisión. El satélite 105 puede procesar las señales recibidas desde la puerta 115 de enlace y desviar la señal desde la puerta 115 de enlace a uno o más terminales 130 de abonados. En una realización de la presente invención, las señales con la frecuencia convertida se pasan por un demultiplexor que separa las diversas señales recibidas dentro de sus respectivas bandas de frecuencia. Las señales separadas pueden amplificarse mediante amplificadores TWT, uno para cada banda de frecuencia, y se combinan en un multiplexor para formar las señales de transmisión de alta potencia. La señal de transmisión de alta potencia pasa a través de una antena reflectora de transmisión (p. ej., una antena en fase) para formar el patrón de radiación de transmisión (haz puntual). En una realización de la presente invención, el satélite 105 puede funcionar en un modo de múltiples haces, transmitiendo una cantidad de haces estrechos, cada uno dirigido a una región diferente de la Tierra, permitiendo la separación de terminales 130 de abonados en varios haces estrechos. Con un satélite 105 de haces múltiples de tales características puede haber cualquier número de configuraciones de conmutación de señal diferentes en el satélite 105, permitiendo que las señales de una sola puerta 115 de enlace se conmuten entre diferentes haces puntuales.

En otra realización de la presente invención, el satélite 105 puede configurarse como “satélite transparente”, en donde el satélite 105 puede convertir a frecuencia y polarización las señales de portadora recibidas antes de retransmitir estas señales a su destino, pero de otro modo hacer poco o ningún otro procesamiento en cuanto al contenido de las señales. Una variedad de modulación de transmisión de la capa física y técnicas de codificación puede ser utilizada por el satélite 105 de conformidad con ciertas realizaciones de la invención. En algunas realizaciones se pueden usar la modulación y codificación adaptativa.

Para otras realizaciones de la presente invención, se puede usar una cantidad de arquitecturas de red que consisten en segmentos de espacio y tierra, en las que el segmento de espacio es uno o más satélites, mientras que el segmento de tierra comprende los terminales de los abonados, puertas de enlace, network operations centers (centros de operaciones de red -NOCs) y un satellite management center (centro de mando de satélites -SMC). Los satélites pueden ser satélites GEO o LEO. Las puertas de enlace y los satélites se pueden conectar mediante una red de malla o una red de estrella, como es evidente para los expertos en la técnica.

Las señales del enlace de servicio se transmiten desde el satélite 105 a uno o más terminales 130 de abonado y se reciben con la antena 125 respectiva de abonado. En una realización, la antena 125 y el terminal 130 comprenden juntos un very small aperture terminal (terminal de muy pequeña apertura -VSAT), con la antena 125 que mide aproximadamente 0,6 metros de diámetro y que tiene aproximadamente 2 vatios de potencia. En otras realizaciones, se puede utilizar una variedad de otros tipos de antena 125 en los terminales 130 de abonado para recibir la señal desde el satélite 105. El enlace 150 desde el satélite 105 a los terminales 130 de abonado puede denominarse a continuación en la memoria como el enlace descendente 150 descendente. Cada uno de los terminales 130 de abonado puede comprender un único terminal de usuario o, de forma alternativa, comprender un concentrador o enrutador (no representado) que se acopla a múltiples terminales de usuario. Cada terminal 130 de abonados puede estar conectado a varios consumer premises equipment (equipos locales de clientes -CPE) que comprenden, por ejemplo, ordenadores, redes de área local, dispositivos de Internet, redes inalámbricas, etc.

En una realización, se utiliza un esquema de Multi-Frequency Time-Division Multiple Access (frecuencia múltiple de acceso múltiple por división de tiempo -MF-TDMA) para los enlaces 140 y 145 de retorno, permitiendo el flujo eficiente del tráfico y manteniendo a la vez la flexibilidad en la capacidad de asignación entre cada uno de los terminales 130 de abonado. En esta realización, se asigna un número de canales de frecuencia que pueden ser fijos o que pueden asignarse de manera más dinámica. También se puede emplear un esquema de Time Division Multiple Acces (acceso múltiple por división de tiempo -TDMA) en cada canal de frecuencia. En este esquema, cada canal de frecuencia puede dividirse en varias ranuras de tiempo que pueden asignarse a una conexión (es decir, a un terminal 130 de abonado). En otras realizaciones, uno o más de los enlaces 140 y 145 de retorno pueden configurarse utilizando otros esquemas, tales como Frequency Division Multiple Access (acceso múltiple por división de frecuencia FDMA), Orthogonal Frequency Division Multiple Access (acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales -OFDMA), Code Division Multiple Access (acceso múltiple por división de código -CDMA) y/o cualquier cantidad de esquemas híbridos u otros conocidos en la técnica.

Un terminal de abonado, por ejemplo, 130-a, puede transmitir datos e información a un destino en la red 120 mediante el satélite 105. El terminal 130 de abonado transmite las señales a través del enlace ascendente 145-a de retorno al satélite 105 utilizando la antena 125-a. El terminal 130 de abonado puede transmitir las señales según técnicas de modulación y codificación de transmisión en la capa física. En varias realizaciones, las técnicas de la capa física pueden ser las mismas para cada uno de los enlaces 135, 140, 145, 150, o pueden ser diferentes. El enlace del satélite 105 a la puerta 115 de enlace puede denominarse a continuación en la presente memoria como el enlace descendente 140 de retorno.

La Figura 2A muestra un diagrama 200 ilustrativo de enlaces descendentes hacia delante según una realización de la presente invención. Las antenas 110-1 a 110-n se asocian a dichas puertas 115-1 a 115-n de enlace, donde a cada puerta de enlace se le asigna un canal 208 hacia delante a través del satélite 105 hasta un haz puntual 204. Un número de antenas 125 de subscriber terminal (terminal de abonado-ST) están configuradas en el haz puntual 204 para capturar el canal 208 de enlace descendente hacia delante. Los ST 130 se distribuyen entre los haces puntuales  $n$  204 sobre la base, en general, de su presencia dentro de un haz puntual 204 particular. Hay lugares en donde los haces puntuales 204 se solapan de tal manera que un terminal 130 de abonado concreto podría asignarse a uno u otro haz puntual 204.

El enlace 140 alimentador de retorno se separa del enlace descendente 150 hacia delante de servicio utilizando algún tipo de ortogonalidad, por ejemplo, temporal, espacial, de frecuencia y/o polarización. En una realización, el enlace alimentador 140 ascendente tiene un haz puntual de alimentador que está geográficamente separado de los haces puntuales de servicio, pero cualquier tipo de ortogonalidad podría realizar la separación.

La Figura 2B muestra un ejemplo de una tabla 202 de modulación y codificación (ModCod) según una realización de la presente invención. Esta forma de tabla 202 de ModCod puede usarla, por ejemplo, una puerta 115 de enlace para determinar la ModCod que se va a utilizar para paquetes destinados a un terminal de abonado que funcione en un intervalo de calidad de señal determinado. La tabla contiene una columna que enumera varios formatos 205 de ModCod. Cada formato 205 de ModCod corresponde a un intervalo 210 de calidad de señal específico. El intervalo de calidad de señal puede proporcionar información sobre el canal para una región asociada. Por ejemplo, el intervalo 210 de calidad de señal puede definirse como la signal-to-interference-plus-noise (relación de señal a

interferencia más ruido -SINR) que puede medirse en los terminales de abonado y comunicarse de nuevo a la puerta de enlace. Las Bit error rates (tasas de error binario -BER) y/o packet error rates (tasas de error del paquete -PER) pueden extraerse de un cálculo de cyclic redundant check (verificación de redundancia cíclica -CRC). Por lo tanto, utilizando la calidad de señal atribuida a un enlace de destino para un paquete se puede identificar un intervalo 210 de calidad de señal que abarque el enlace y se puede seleccionar la ModCod apropiada.

En otras realizaciones de la presente invención, pueden usarse otros indicadores de calidad de señal, tales como una medición de una relación de señal a ruido, una estimación de la relación señal a ruido, una tasa de error binario, un nivel de potencia recibida o cualquier otro indicador de calidad del enlace de comunicación. Además cabe señalar que también se pueden usar varias otras estructuras de datos para relacionar los intervalos de calidad de señal a las ModCod. En una realización, cada calidad de señal está asociada a una cola de envío del paquete diferente. En otras realizaciones, se pueden añadir otros parámetros de densidad de información además de los cambios de ModCod para adaptar mejor una señal a las condiciones ambientales u otras.

La Figura 2C muestra un ejemplo de una tabla 250 de direcciones/SNR. Esta forma de tabla 250 de direcciones/SNR puede utilizarla, por ejemplo, una puerta 115 de enlace para examinar la calidad 260 de señal de un terminal 130 de abonado al que se destina un paquete, sobre la base de la dirección 255 de destino. Las tablas de las Figs. 2B y 2C pueden incorporarse en una o más memorias, que pueden estar en o fuera de un chip, y pueden usarse junto con otras para correlacionar una dirección MAC con un formato de ModCod concreto.

Aunque en este ejemplo se usa una dirección MAC de destino, pueden usarse otros mecanismos para identificar terminales de abonado concretos, incluidas una ID del protocolo VLAN, una dirección del protocolo de Internet de destino, una ID de direccionamiento privada o cualquier otro conjunto de datos que comprenda o esté correlacionado de cualquier otra forma con una dirección de destino. La dirección de los datos puede analizarse a partir de un paquete de datos recibido después de su llegada a un dispositivo o puede recibirse de cualquier otra manera conocida en la técnica. Además cabe señalar que también se pueden usar varias otras estructuras de datos para relacionar una dirección a la calidad de señal.

Una vez se identifica una ModCod para un determinado paquete o paquetes, por ejemplo utilizando la tabla 202 de ModCod, este puede ser encapsulado, codificado, agrupado funcionalmente y transmitido de varias formas, como es conocido en la técnica. Una manera de implementar una adaptive coding and modulation (codificación y modulación adaptativa -ACM) es mediante el estándar DVB-S2, que proporciona específicamente su uso. Como se ha indicado anteriormente, la ACM pueda cambiar el formato de modulación y los códigos (modcodes) de Forward Error Correction (FEC) (Corrección de Errores de Envío - FEC) que mejor se ajusten a las condiciones del enlace actual. Esta adaptación puede ocurrir fotograma a fotograma. La siguiente explicación supone una red de paquetes basada en IP en el contexto de un sistema de transmisión vía satélite DVB-S2, pero los conceptos pueden aplicarse a una variedad de sistemas, incluidos los sistemas que implementan DOCSIS o WiMAX.

La Figura 3 es una muestra de una asignación de cuatro colores en forma de diagrama de bloques. Cada patrón de colores puede usarse para un haz puntual de servicio respectivo en una realización de la presente invención. Por ejemplo, los colores 301 y 302 usan el mismo intervalo F1 de frecuencias, pero el color 301 está polarizado a la izquierda y el color 302 está polarizado a la derecha. Del mismo modo, los colores 303 y 304 comparten el intervalo F2 de frecuencias, pero el color 303 usa la polarización derecha, mientras que el color 304 usa la polarización izquierda. Se entiende que esta asignación de color y las restricciones asociadas sirven como ilustración solamente y no pretenden ser una limitación. En otra realización de la presente invención, también pueden utilizarse patrones con aún más colores.

La Figura 4 muestra un diagrama 2D 400 de una realización de la presente invención que tiene un patrón de haces puntuales de cuatro colores. El patrón asegura que ningún haz puntual directamente adyacente use el mismo color. La ortogonalidad se logra mediante el uso de los diferentes colores. Por ejemplo, el haz puntual 401 podría usar el color 301, el haz puntual 402 podría usar el color 302, el haz puntual 403 podría usar el color 303 y el haz puntual 404 podría usar el color 304. Los haces puntuales se muestran con forma de hexágono, pero tienen una forma más circular u ovalada, de manera que se solapan entre los haces puntuales 401, 402, 403 y 404.

La Figura 5 muestra una distribución de haces ilustrativa según una realización de la invención. El área bidimensional de la figura representa una parte de la superficie de la Tierra. En una realización, la parte de la superficie del sistema terrestre recibe el servicio de tres puertas de enlace, cada una ubicada dentro de un haz de alimentador. Los tres haces de alimentador están representados por tres círculos en blanco 115-1 a 115-3. Los haces de alimentador pueden estar geográficamente separados entre sí y de los haces de servicio. La separación espacial puede ser por muchas razones tales como permitir la reutilización de la frecuencia entre las puertas de enlace y los haces de servicio, la diversidad geográfica (el clima, etc.) y/u otros. En una realización, cada puerta de enlace da servicio a cuatro haces de servicio y cada haz está asociado a un color. Los cuatro colores se reutilizarán para las tres puertas de enlace para un total de 12 haces de servicio. La distribución de los haces de cada puerta de enlace se puede realizar de muchas maneras equivalentes. En una realización, una puerta de enlace situada en el haz 115-1 puede dar servicio a un área de servicio que está cubierta por los haces puntuales 501-1, 501-2, 501-3 y 501-4. De manera similar, una puerta de enlace ubicada en el haz 115-2 puede dar servicio a un área de servicio objetivo que está cubierta por los haces puntuales 502-1, 502-2, 502-3 y 502-4, y la puerta de enlace ubicada en el haz 115-3 puede dar servicio a un área de servicio objetivo que está cubierta por los

haces puntuales 503-1 a 503-4. En otras realizaciones de la invención, el patrón de reutilización del color puede incluir tres colores, dos colores e incluso un color. Los sistemas satelitales típicos para distribuir contenido multimedia y proporcionar acceso a Internet emplearían un número mucho mayor de haces de servicio y/o puertas de enlace, pero se utiliza este sistema simple para desarrollar los conceptos fundamentales de los diversos aspectos de la presente invención.

5 Etapa de despliegue en fase

La Figura 6 es un diagrama de bloques de un despliegue en fase inicial ilustrativo de un sistema de comunicación vía satélite según una realización de la presente invención. En esta realización, un despliegue inicial de puerta de enlace o 10 puertas de enlace suministran un pequeño número de haces grandes de primeras etapas distribuidos sobre un área de servicio inicial que cubre, de forma típica, una parte importante de toda el área de servicio. El despliegue inicial localiza una puerta de enlace principal y/o tal vez una puerta de enlace complementaria con el mismo haz de alimentador, que se muestra como el círculo 115-1. La puerta de enlace complementaria puede sustituir a la puerta de enlace principal si la puerta de enlace principal no funciona adecuadamente. La puerta de enlace complementaria puede estar situada a 15 una distancia de la puerta de enlace principal pero sigue estando dentro del haz de alimentador de manera que la complementaria pueda usarse cuando la principal se vea afectada por las condiciones climatológicas. En una realización, el haz 115-1 de alimentador puede estar geográficamente separado de los haces de servicio para permitir la reutilización de las frecuencias de haces de servicio asignadas para los haces de alimentador. La puerta de enlace principal (primera) suministra datos de información a, al menos, un primer haz puntual, que ilumina al menos una primera impresión. En una realización, el, al menos, un primer haz de alimentador incluye cuatro grandes haces 601, 20 602, 603 y 604 de servicio que cubren a la vasta mayoría del área de servicio objetivo. Cada haz de servicio utiliza un color diferente. En una realización, los haces de servicio pueden solaparse. En otra realización más, los haces pueden no solaparse. En un momento posterior, el sistema puede añadir una segunda puerta de enlace, que puede estar ubicada en un segundo haz de alimentador (no mostrado) para proporcionar mayor capacidad a medida que el número de terminales de abonado en el área de servicio objetivo aumenta y/o una redundancia de puerta de enlace en caso de 25 que se produzca un fallo en la puerta de enlace principal. En una realización pueden usarse cuatro colores separados en los haces puntuales de servicio 601, 602, 603 y 604. Cada haz puntual de servicio se puede agrandar de varias maneras. En una realización, la potencia de transmisión del haz puntual de servicio puede aumentarse. En otra realización, los haces puntuales de servicio con el mismo color pueden apuntar a la misma impresión o pueden apuntar a una impresión espacialmente separada (para la reutilización de la frecuencia). En aún otra realización, la antena de múltiples haces puede cambiar el patrón del foco de los haces. El concepto de cambiar el patrón del foco se ilustra con 30 12 haces más pequeños (círculos 611 de líneas finas parcialmente solapados en la Fig. 6).

En una realización de la presente invención, los haces de servicio pueden agrandarse utilizando un esquema de 35 Adaptive Coding Modulation (Codificación y Modulación Adaptativa- ACM). Los terminales de abonado pueden calcular la calidad del canal de enlace directamente de las señales de información recibidas del enlace descendente 150 hacia delante y comunicarlas de nuevo a la puerta 115 de enlace o mediante el propio satélite utilizando el enlace ascendente 145 de retorno. La calidad del canal de enlace también se puede estimar en la puerta 115 de enlace. En una realización, la puerta 115-1 de enlace puede asignar un esquema de codificación y modulación (ModCod) 40 adaptativa basándose en el esquema que se muestra en la Fig. 2B a los terminales de abonado correspondientes. En otra realización, el satélite 105 puede asignar una ModCod a los terminales de abonado. La calidad de la señal de enlace puede ser, por ejemplo, el valor medio de múltiples valores medidos de la relación link signal-to-interference-plus-noise ratio (señal de enlace a interferencia más ruido -SINR). Con el fin de reducir la cantidad de tráfico en el canal, las comunicaciones pueden producirse solo en el caso de variaciones de la SINR que excedan un cierto intervalo (intervalo de calidad de señal). Por ejemplo, si un enlace de destino tiene una calidad de señal dentro del intervalo 7, 45 puede usarse la ModCod QPSK 3/4. En algunas realizaciones de la presente invención, uno o más de los intervalos pueden incluir un margen de fiabilidad (que puede ser ventajoso cuando las condiciones del canal cambian rápidamente, por ejemplo). Uno o más de los intervalos pueden ser modificados dinámicamente para ajustar también este margen de fiabilidad. Los terminales de abonado pueden realizar esta adaptación de las ModCod.

50 Según al menos una realización de la invención, “agrandar” un haz puntual de servicio puede significar agrandar el área de cobertura efectiva asociada al haz puntual de servicio, sin que sea necesario aumentar físicamente el tamaño o la intensidad del haz puntual de servicio. Esto puede lograrse mediante el uso de ACM. Por ejemplo, cuando un haz puntual de servicio funciona con una determinada combinación de codificación y modulación, el haz 55 puntual de servicio puede asociarse a un área de cobertura particular en la que se dé servicio a algunos terminales de abonado. Al usar ACM, el mismo haz puntual de servicio puede funcionar con una combinación diferente de codificación y modulación, de modo que el haz puntual de servicio esté asociado a un área de cobertura más grande en la que se pueda dar servicio a más terminales de abonado. Esto puede hacerse simplemente cambiando la codificación y/o modulación usada, sin ningún cambio en el tamaño físico o la intensidad del haz puntual de servicio.

60 De la comparación de las Figuras 5 y 6 se aprecia fácilmente que si los haces de servicio pequeños asociados a una puerta de enlace están adyacentes, entonces los haces de servicio grandes se solaparán en gran medida, proporcionando así un área de cobertura total más pequeña que si los haces de servicio pequeños están separados.

65 Redundancia para puerta de enlace virtual

La Figura 7 muestra un diagrama de bloques de un ejemplo de un sistema de comunicación vía satélite completamente desplegado que experimenta el fallo de una de las puert de enlace. Aquí, la puerta de enlace fallida está representada por la X en el haz 115-2 asociado a la puerta de enlace. Las puertas de enlace pueden fallar por muchas razones tales como por mantenimiento y falta de una puerta de enlace complementaria, deterioro de un haz de alimentador debido al mal tiempo y/u otros. En otras palabras, aunque los haces de servicio asociados a la puerta de enlace fallida estén disponibles, los terminales de abonado dentro de las áreas cubiertas no serán capaces de recibir servicios porque no hay información en el enlace ascendente (enlace de alimentador) entre la puerta de enlace fallida y el satélite. Los haces de servicio asociados a la puerta de enlace fallida se representan con círculos en blanco 701 a-c.

La Figura 8 muestra el haz central 701c de la puerta de enlace fallida 115-2 y sus haces adyacentes (todos los otros haces se omiten para mayor claridad). En esta realización ilustrativa, el haz central 701c está rodeado por 6 haces, 2 de cada uno de los 3 colores no utilizados por el haz 701c. Los haces con el mismo color se ubican diagonalmente a través del haz 701c, es decir, con la mayor distancia posible para reutilizar la frecuencia. Se entiende que el número de colores se proporciona únicamente a título ilustrativo y no pretende ser una limitación de la presente invención. Los colores de los haces vecinos variarán con el esquema de agrupamiento funcional de colores empleado.

Según una realización de la presente invención, uno o más de los haces vecinos se pueden expandir para cubrir partes del área de supresión del haz (área asociada a la puerta de enlace no disponible). La Figura 9 muestra un reagrupamiento funcional de los haces ilustrativo en el que todos los haces adyacentes se agrandan y cubren completamente el área afectada de una manera solapada. En otras realizaciones podrían emplearse otros tipos de reagrupamiento funcional. Por ejemplo, un operador podría instruir al satélite para agrandar un haz de servicio operativo, que esté adyacente al haz afectado, hasta que cubra suficientemente el área afectada. O el haz múltiple a bordo del satélite se puede programar automáticamente para agrandar uno o más haces adyacentes del área de interés cuando el satélite descubra el fallo de la puerta de enlace. Se pueden emplear otras combinaciones de ajuste de haces según se considere adecuado en el sistema desplegado.

Como se mencionó anteriormente, según al menos una realización de la presente invención, "agrandar" un haz puntual de servicio puede significar agrandar el área de cobertura efectiva asociada al haz puntual de servicio, sin que sea necesario aumentar físicamente el tamaño o la intensidad del haz puntual de servicio. Esto puede lograrse mediante el uso de ACM. Por ejemplo, cuando un haz puntual de servicio funciona con una determinada combinación de codificación y modulación, el haz puntual de servicio puede asociarse a un área de cobertura particular en la que se dé servicio a algunos terminales de abonado. Al usar ACM, el mismo haz puntual de servicio puede funcionar con una combinación diferente de codificación y modulación, de modo que el haz puntual de servicio esté asociado a un área de cobertura más grande en la que se pueda dar servicio a más terminales de abonado. Esto puede hacerse simplemente cambiando la codificación y/o modulación usada, sin ningún cambio en el tamaño físico o la intensidad del haz puntual de servicio.

La Figura 10 muestra un subconjunto de los haces de servicio del diagrama de bloques ilustrativo de la Fig. 9. En este diagrama ilustrativo, se expandirán dos haces 1001 y 1003 de servicio situados diagonales que tengan el mismo color (representado como barras verticales). Estos dos haces casi cubren completamente el área objetivo, de tal manera que el operador del sistema pueda optar alternativamente por hacer funcionar el sistema con solo estos dos haces expandidos. Sin embargo, se debe considerar el efecto de interferencia de estos dos haces del mismo color, especialmente en el área donde se solapan. Existen varios métodos para aminorar el problema de interferencia. En una realización, se puede utilizar el esquema de codificación y modulación adaptativa descrito anteriormente. Por ejemplo, se usarán una velocidad de codificación inferior y un nivel de modulación inferior dentro del área solapada donde los terminales de abonado pueden afrontar el mayor ruido de interferencia. En otra realización, se pueden usar dos haces adyacentes que tengan diferentes colores.

En aún otra realización de la presente invención, el color de estos dos haces situados en diagonal se puede separar dividiendo la banda de frecuencia en dos subbandas separadas. La Figura 11 muestra un diagrama de bloques de una división de banda de frecuencia ilustrativa, en donde la banda F2 de frecuencia se divide en dos subbandas A y B más pequeñas, ocupando, cada una, una parte del ancho de banda F2. Las dos subbandas pueden tener el mismo ancho de banda de frecuencia o un ancho de banda diferente. Esta realización puede implementarse si los terminales de abonado en el área de interés son capaces de volver a ajustar su frecuencia portadora a la frecuencia apropiada cambiando sus demoduladores a la señal en el ancho de banda más estrecho de sus módems. En este caso, la velocidad de datos de los terminales de abonado puede reducirse debido al ancho de banda disponible más estrecho.

En otra realización de la presente invención, el sistema puede emplear la separación por polarización para conservar el ancho de banda de la frecuencia portadora y, por lo tanto, la velocidad de datos o capacidad de servicio dedicada. Esta realización puede implementarse si las antenas de los terminales de abonado en el área de interés son capaces de separar los canales de frecuencia polarizados (p. ej., la misma banda de frecuencia con una polarización circular derecha e izquierda). La Figura 12 muestra una realización de la presente invención en la que los dos haces vecinos con el mismo color se separan mediante polarización. Los terminales de abonado de polarización doble y portadora de doble frecuencia permitirán que cada uno migre a cualquiera de los cuatro colores de haz.

En aún otra realización de la presente invención, el uso de la técnica de adaptive coding and modulation (codificación y modulación adaptativa -ACM) permite que los terminales de abonado migrados continúen funcionando en los haces

vecinos durante una interrupción de su puerta de enlace doméstica, aunque a menor velocidad de datos debido a la penalización en la signal-to-noise ratio (relación señal a ruido -SNR) y/o signal-to-interference-and- noise ratio (relación de señal a interferencia y ruido -SINR). Sin embargo, la penalización en la SNR y/o SINR puede reducirse notablemente mediante técnicas de codificación y modulación eficientes, tal como la ACM, y de decodificación y demodulación eficientes.

5 El nivel de modulación y codificación puede ajustarse dinámicamente en función de la calidad del canal de la señal de enlace para mantener una capacidad media del canal. En una realización de la presente invención, la puerta de enlace disponible, que sirve como puerta de enlace redundante para la puerta de enlace fallida, puede calcular la capacidad de cada terminal de abonado actual y migrado dentro de su área de servicio ahora expandida y adaptar dinámicamente la codificación y la modulación para proporcionar una capacidad óptima durante períodos de interrupción.

10 Como se ha descrito anteriormente, el uso de polarización doble (p. ej., polarización circular derecha e izquierda) y las dos bandas de frecuencia permiten que cada terminal de abonado en el área afectada migre a cualquiera de los cuatro colores. Del mismo modo, el amplio intervalo dinámico ofrecido por el uso del segmento terrestre del esquema de ACM permite que los terminales de abonado migrados sigan funcionando en los haces vecinos durante una interrupción de su  
 15 puerta de enlace doméstica, aunque a velocidades de codificación y modulación inferiores y con un “consumo” proporcionalmente más grande sobre la capacidad del haz vecino. Este enfoque requerirá un control cuidadoso y/o un ajuste dinámico de frecuencias portadoras y velocidades de símbolo durante períodos de interrupción. En consecuencia, se puede obtener una redundancia de puerta de enlace virtual aprovechando la ventaja de diversidad de puertas de enlace espacialmente separadas, polarización y/o diversidad de frecuencias en un sistema de comunicación vía satélite.

20 Si bien la invención se ha descrito con respecto a realizaciones ilustrativas, el experto en la técnica reconocerá que son posibles numerosas modificaciones. Sin embargo, será evidente que se pueden hacer varias modificaciones y cambios sin abandonar el ámbito de la invención definido en las reivindicaciones, y que la invención pretende cubrir todas las modificaciones y equivalentes dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

25

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para proporcionar cobertura a comunicaciones vía satélite para un área geográfica que comprende:
  - 5 hacer funcionar una pluralidad de puertas (115) de enlace que incluyen una primera puerta de enlace y una segunda puerta de enlace; en donde la primera puerta de enlace está configurada para utilizar, al menos, un primer haz puntual (204) transmitido por un satélite (105), estando el, al menos, un primer haz puntual asociado a, al menos, una primera área de cobertura dentro del área geográfica, para
    - 10 proporcionar la reposición de comunicaciones vía satélite a una pluralidad de primeros terminales (125) de abonado ubicados en la, al menos, una primera área de cobertura; en donde la segunda puerta de enlace está configurada para utilizar, al menos, un segundo haz puntual (204) transmitido por el satélite, estando el, al menos, un segundo haz puntual asociado a, al menos, una segunda área de cobertura dentro del área geográfica, para proporcionar la reposición de
      - 15 comunicaciones vía satélite a una pluralidad de segundos terminales (125) de abonado ubicados en la, al menos, una segunda área de cobertura; y ante una condición de fallo asociada al, al menos, un primer haz puntual (204), expandir la, al menos, una segunda área de cobertura para incluir una parte de la, al menos, una primera área de cobertura, para proporcionar la reposición de comunicaciones vía satélite a, al menos, algunos de los primeros
        - 20 terminales de abonado utilizando el, al menos, un segundo haz puntual y sin utilizar el, al menos, un primer haz puntual (204).
  2. El método de la reivindicación 1, en donde el, al menos, un segundo haz puntual (204) comprende, al menos, dos segundos haces puntuales asociados a, al menos, dos segundas áreas de cobertura que se expanden ante la condición de fallo,
    - 25 en donde, antes de expandirse las al menos dos segundas áreas de cobertura, los al menos dos segundos haces puntuales se configuran para utilizar un color común de frecuencia y polarización; y en donde tras expandirse las al menos dos segundas áreas de cobertura, los al menos dos segundos haces puntuales se configuran para utilizar distintos colores de frecuencia y polarización para reducir efectos de interferencia recíproca.
  3. El método de la reivindicación 2 en donde tras expandirse las al menos dos segundas áreas de cobertura, los al menos dos segundos haces puntuales se configuran para utilizar bandas de frecuencia separadas o diferentes polarizaciones.
  - 35 4. El método de la reivindicación 1 en donde se usa adaptative coding and modulation (codificación y modulación adaptativa - ACM) o mayor potencia de transmisión para expandir la, al menos, una segunda área de cobertura.
  - 40 5. El método de la reivindicación 1 en donde la, al menos, una primera área de cobertura está adyacente a la, al menos, una segunda área de cobertura.
  - 45 6. El método de la reivindicación 1 en donde ante una condición de fallo asociada al, al menos, un primer haz puntual, los paquetes originalmente destinados al, al menos, un primer haz puntual son enrutados a la segunda puerta de enlace para transmitirlos usando el, al menos, segundo haz puntual.
  7. El método de la reivindicación 1 en donde la condición de fallo asociada al, al menos, un primer haz puntual representa un fallo en la primera puerta de enlace que hace que no se transmita información significativa a través del, al menos, un primer haz puntual.
  - 50 8. El método de la reivindicación 1 en donde, como parte de un despliegue en fase, la, al menos, una segunda área cubierta se expande para proporcionar la reposición de comunicaciones vía satélite a los terminales de abonado situados fuera de la segunda área de cobertura.
  - 55 9. Un sistema (100) de comunicación vía satélite para proporcionar cobertura a un área geográfica que comprende:
    - una pluralidad de puertas (115) de enlace que incluye una primera puerta de enlace y una segunda puerta de enlace; en donde la primera puerta de enlace se configura para utilizar, al menos, un primer haz puntual (204)
      - 60 transmitido por un satélite (105), estando el, al menos, un primer haz puntual asociado a, al menos, una primera área de cobertura dentro del área geográfica, para proporcionar la reposición de comunicaciones vía satélite a una pluralidad de primeros terminales (125) de abonado ubicados en la, al menos, una primera área de cobertura; en donde la segunda puerta de enlace se configura para utilizar, al menos, un segundo haz puntual transmitido por el satélite, estando el, al menos, un segundo haz puntual asociado a, al menos, una
        - 65 segunda área de cobertura dentro del área geográfica, para proporcionar la reposición de

- comunicaciones vía satélite a una pluralidad de segundos terminales (125) de abonado ubicados en la, al menos, una segunda área de cobertura; y en donde ante una condición de fallo asociada al, al menos, un primer haz puntual, la segunda puerta de enlace es configurable para utilizar el, al menos, un segundo haz puntual, expandiéndose la, al menos, una segunda área de cobertura para incluir una parte de la, al menos, una primera área de cobertura, para proporcionar la reposición de comunicaciones vía satélite a, al menos, algunos de los primeros terminales de abonado sin utilizar el, al menos, un primer haz puntual.
- 5
- 10 10. El sistema de comunicación vía satélite de la reivindicación 9, en donde el, al menos, un segundo haz puntual comprende, al menos, dos segundos haces puntuales asociados a, al menos, dos segundas áreas de cobertura que se expanden ante la condición de fallo, en donde, antes de expandirse las al menos dos segundas áreas de cobertura, los al menos dos segundos haces puntuales se configuran para utilizar un color común de frecuencia y polarización; y
- 15 en donde tras expandirse las al menos dos segundas áreas de cobertura, los al menos dos segundos haces puntuales se configuran para utilizar distintos colores de frecuencia y polarización para reducir efectos de interferencia recíproca.
- 20 11. El sistema de comunicación vía satélite de la reivindicación 10 en donde tras expandirse las al menos dos segundas áreas de cobertura, los al menos dos segundos haces puntuales se configuran para utilizar bandas de frecuencia separadas o diferentes polarizaciones.
- 25 12. El sistema de comunicación vía satélite de la reivindicación 9 en donde se usa adaptative coding and modulation (codificación y modulación adaptativa - ACM) o mayor potencia de transmisión para expandir la, al menos, una segunda área de cobertura.
- 30 13. El sistema de comunicación vía satélite de la reivindicación 9 en donde la, al menos, una primera área de cobertura está adyacente a la, al menos, una segunda área de cobertura.
- 35 14. El sistema de comunicación vía satélite de la reivindicación 9 en donde ante la condición de fallo asociada al, al menos, un primer haz puntual, los paquetes originalmente destinados al, al menos, un primer haz puntual son enrutados a la segunda puerta de enlace para transmitirlos usando el, al menos, segundo haz puntual.
- 40 15. El sistema de comunicación vía satélite de la reivindicación 9 en donde la condición de fallo asociada al, al menos, un primer haz puntual representa un fallo en la primera puerta de enlace que hace que no se transmita información significativa a través del, al menos, un primer haz puntual.
16. El sistema de comunicación vía satélite de la reivindicación 9 en donde, como parte de un despliegue en fase, la segunda puerta de enlace puede hacerse funcionar para expandir la, al menos, una segunda área de cobertura para proporcionar la reposición de comunicaciones vía satélite a los terminales de abonado ubicados fuera de la segunda área de cobertura.

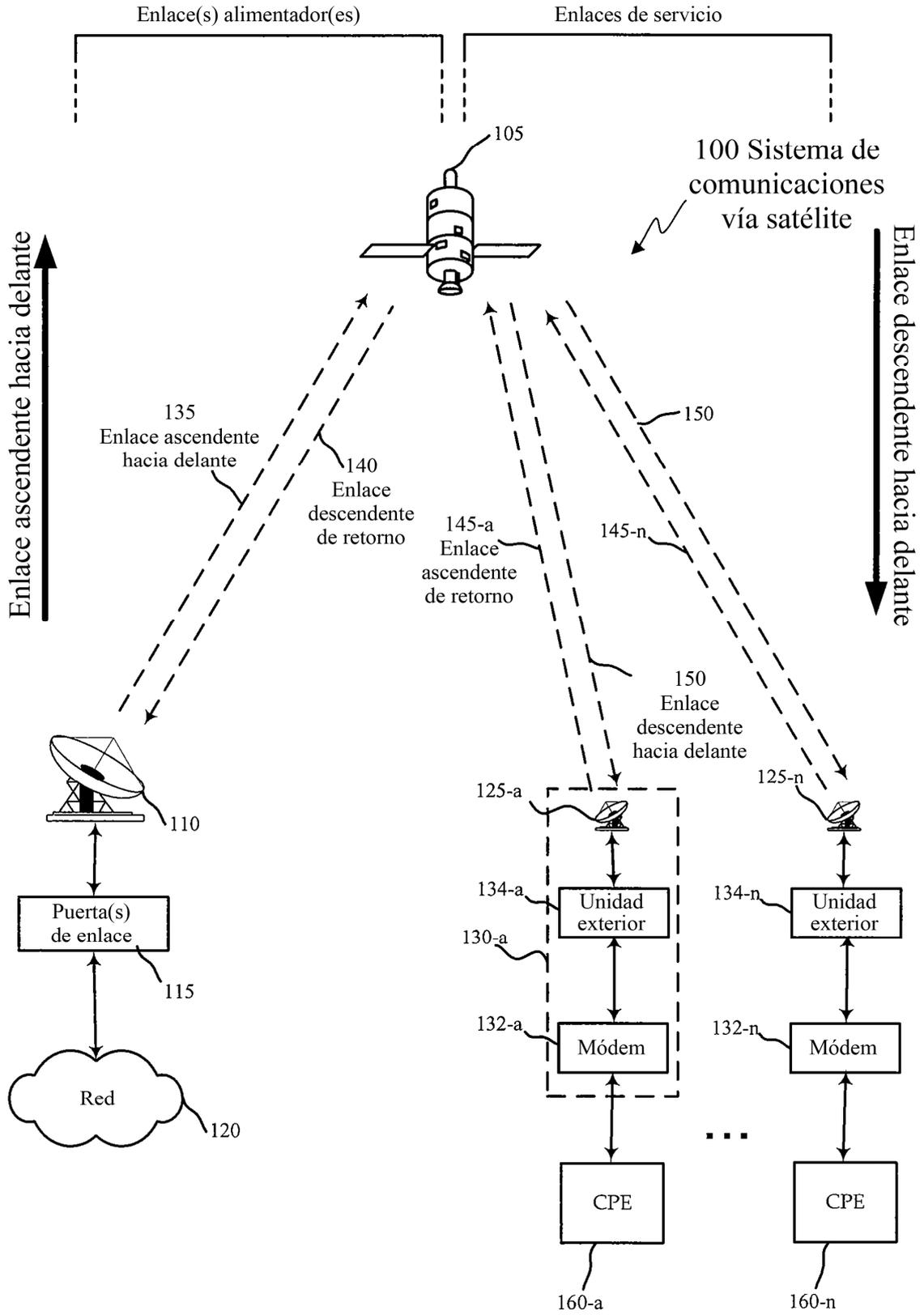


FIG. 1

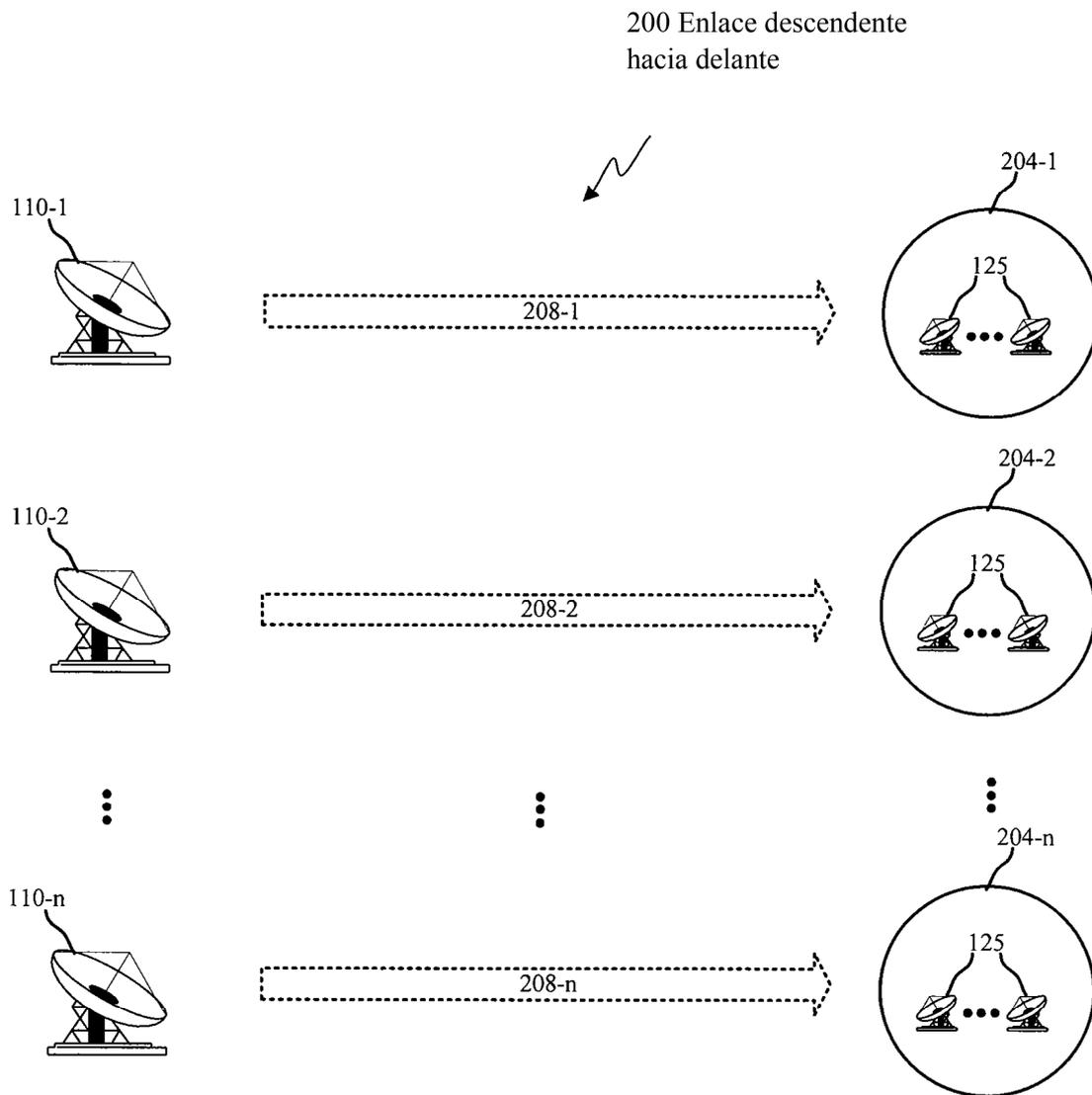


FIG. 2A

210  
Signal Quality  
Range  
(Intervalo de  
calidad de  
señal -SNR)

205  
ModCod

QPSK 1/4	Intervalo 1
QPSK 1/3	Intervalo 2
QPSK 2/5	Intervalo 3
QPSK 1/2	Intervalo 4
QPSK 3/5	Intervalo 5
QPSK 2/3	Intervalo 6
QPSK 3/4	Intervalo 7
QPSK 4/5	Intervalo 8
QPSK 5/6	Intervalo 9
QPSK 8/9	Intervalo 10
QPSK 9/10	Intervalo 11
8PSK 3/5	Intervalo 12
8PSK 2/3	Intervalo 13
8PSK 3/4	Intervalo 14
8PSK 5/6	Intervalo 15
8PSK 8/9	Intervalo 16
8PSK 9/10	Intervalo 17
16APSK 2/3	Intervalo 18
16APSK 3/4	Intervalo 19
16APSK 4/5	Intervalo 20
16APSK 5/6	Intervalo 21
16APSK 8/9	Intervalo 22
16APSK 9/10	Intervalo 23
32APSK 3/4	Intervalo 24
32APSK 4/5	Intervalo 25
32APSK 5/6	Intervalo 26
32APSK 8/9	Intervalo 27
32APSK 9/10	Intervalo 28

202

FIG. 2B

255

260

Dirección MAC	SNR
Dirección MAC 1	A
Dirección MAC 2	B
Dirección MAC 3	C
Dirección MAC 4	D
Dirección MAC 5	E
Dirección MAC 6	F
Dirección MAC 7	G
•	•
•	•
•	•
Dirección MAC n	N

250

FIG. 2C

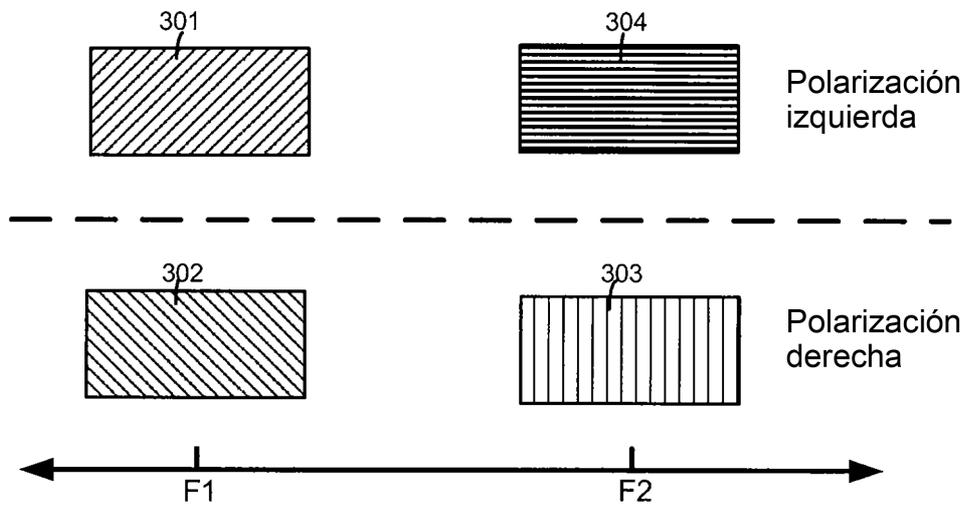


FIG. 3

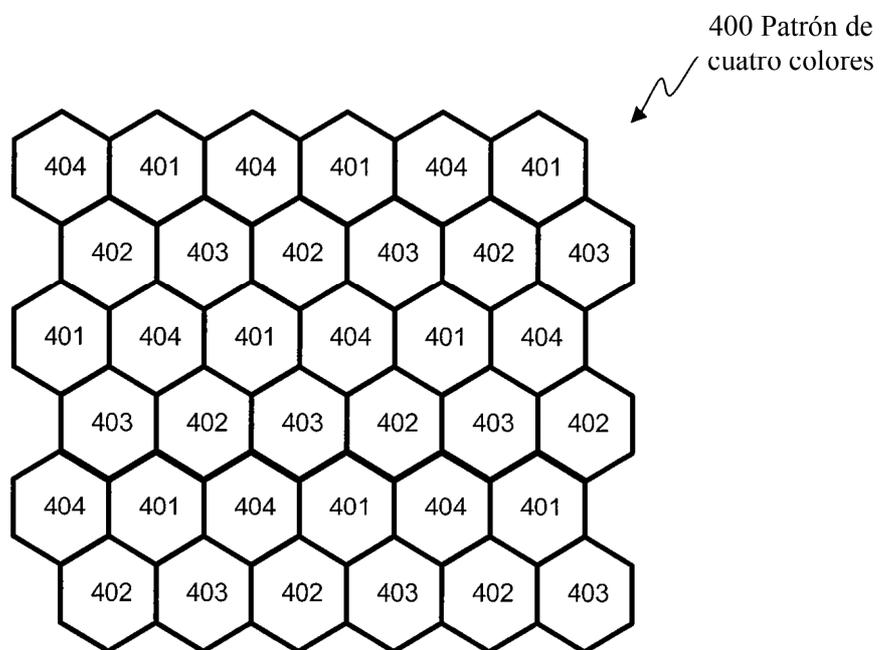


FIG. 4

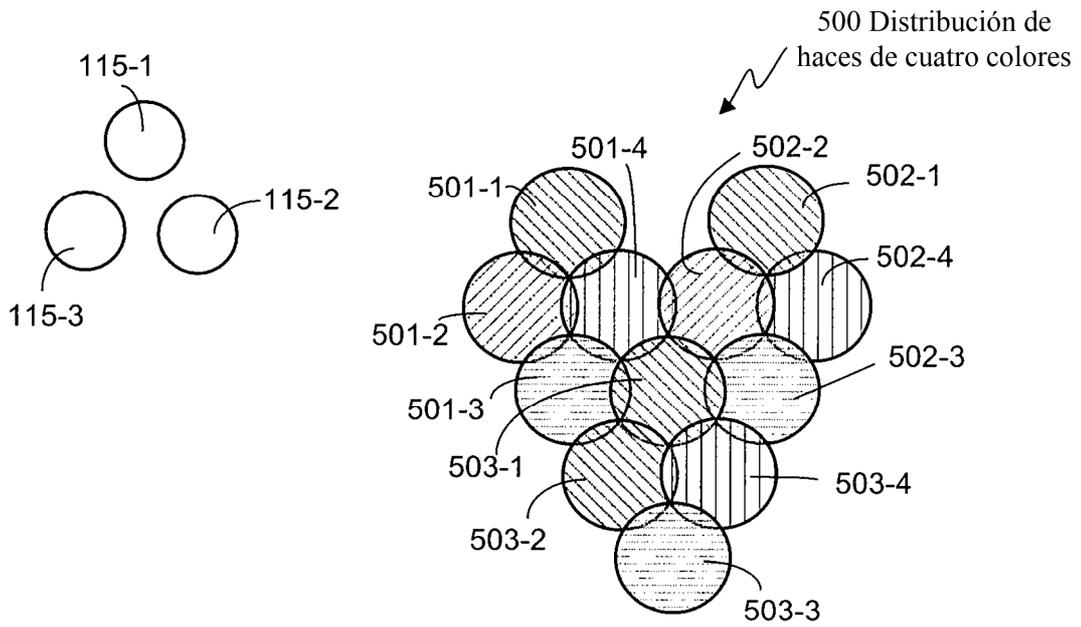


FIG. 5

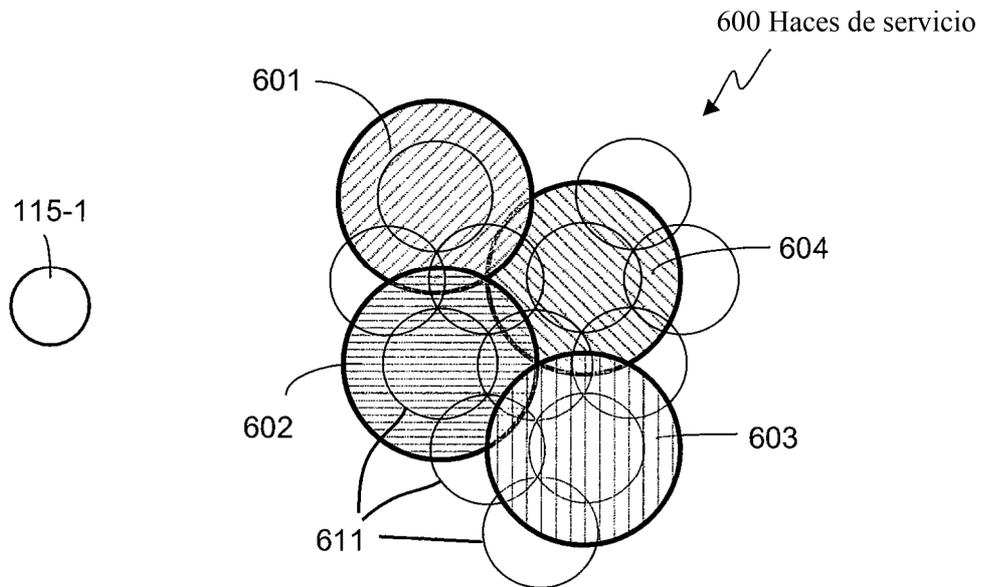


FIG. 6

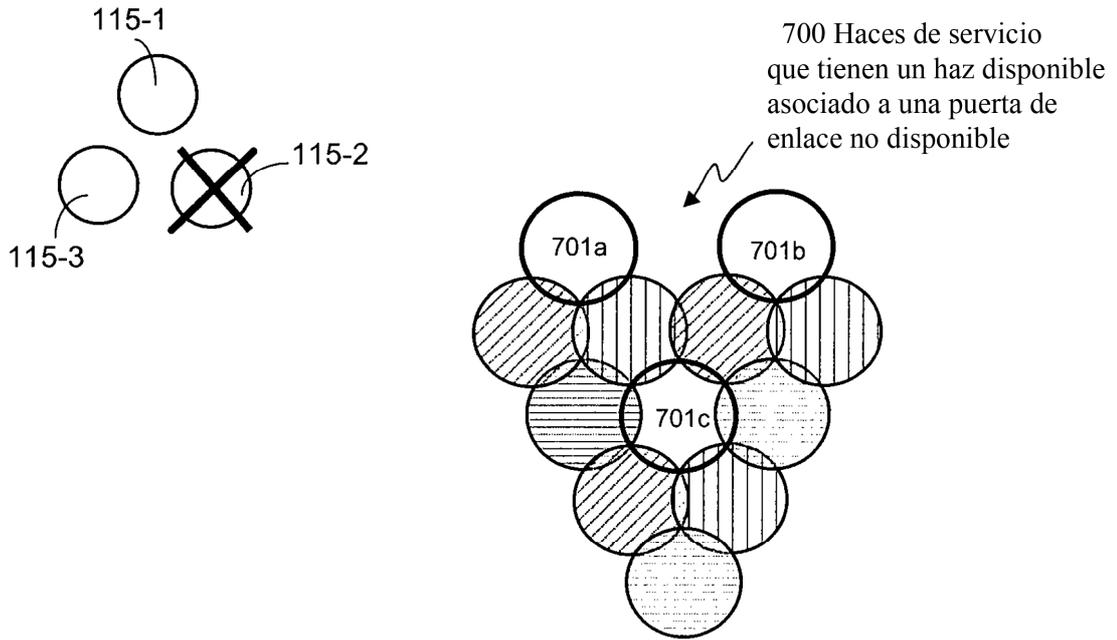


FIG. 7

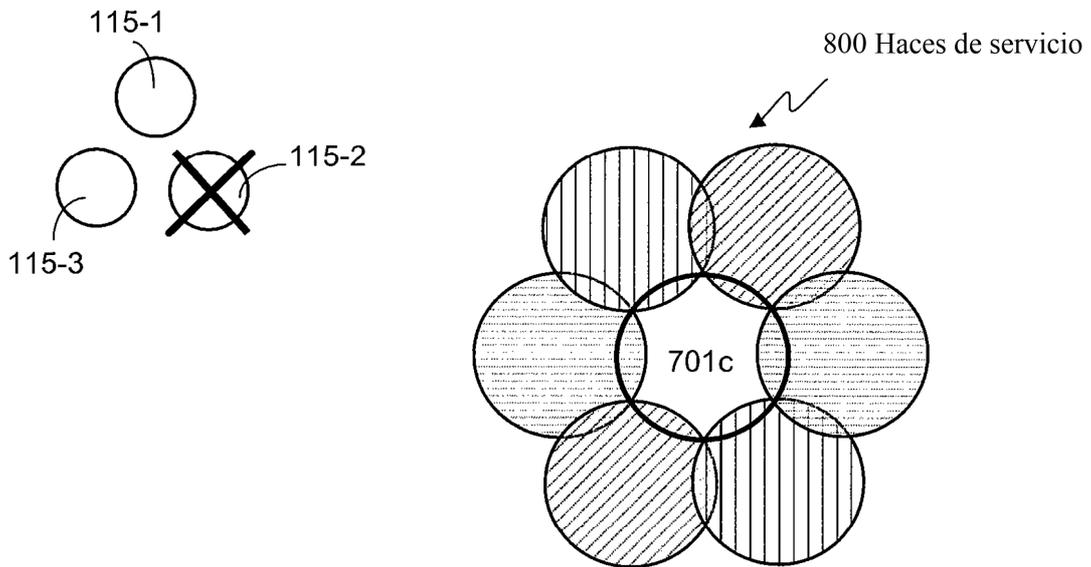


FIG. 8

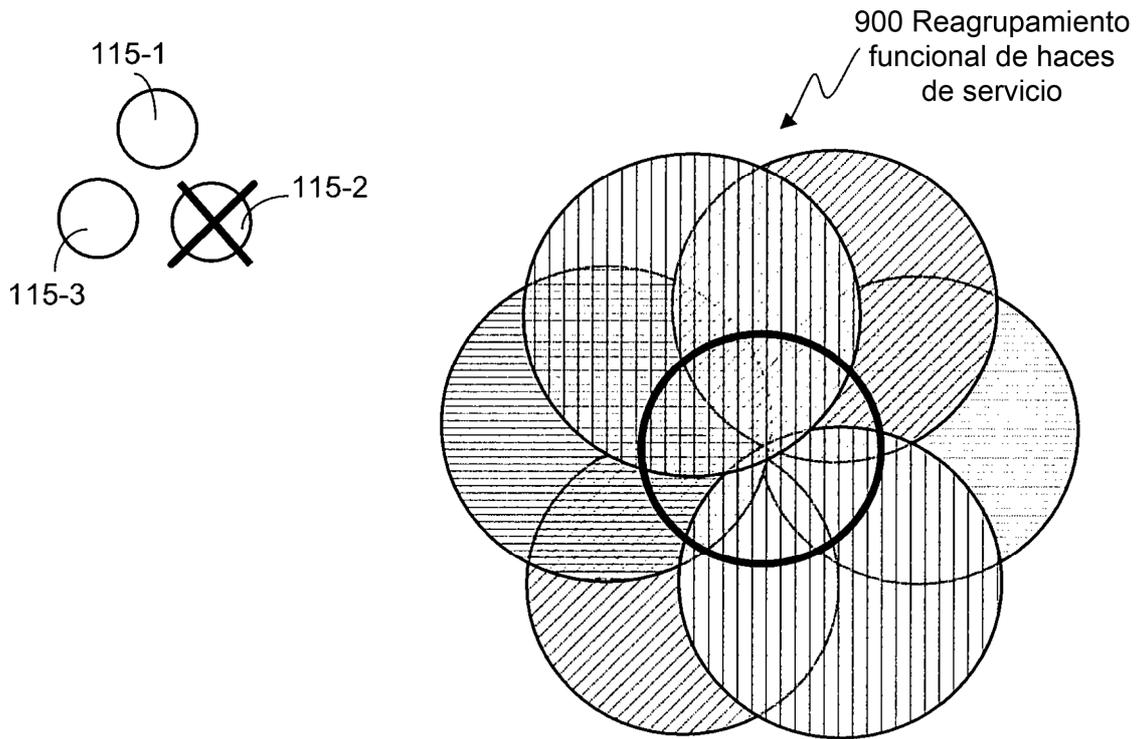


FIG. 9

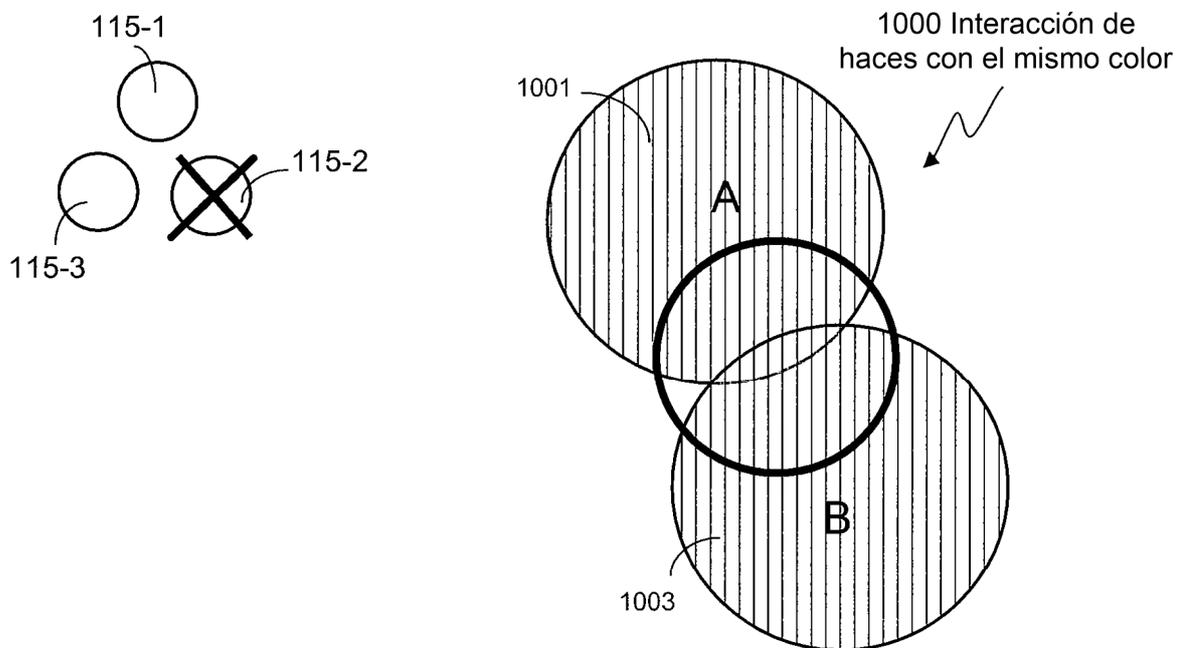


FIG. 10

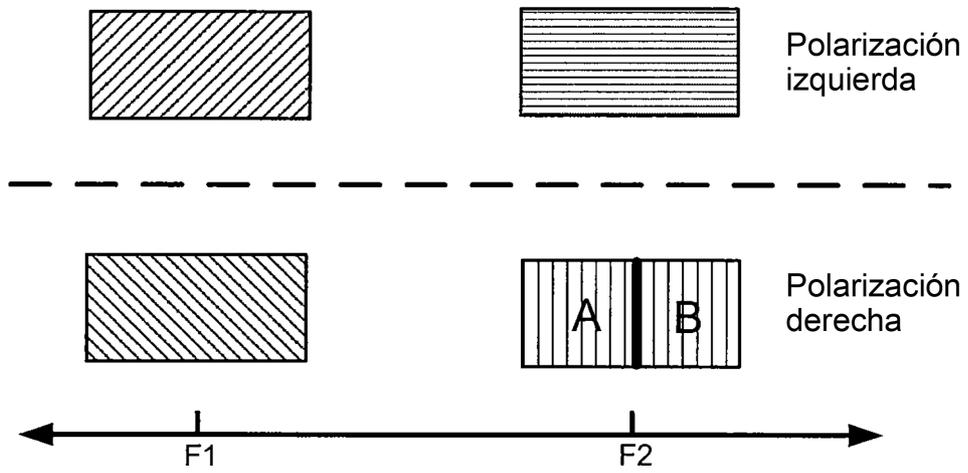


FIG. 11

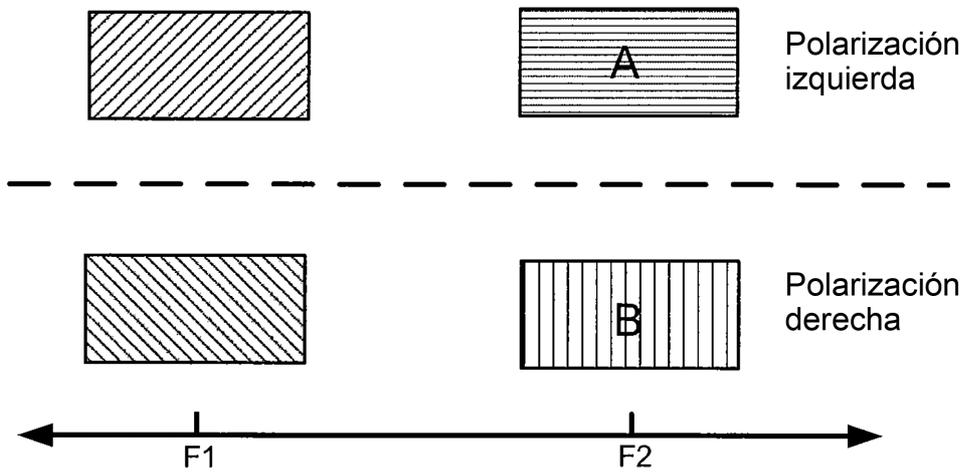


FIG. 12