

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 750 279**

51 Int. Cl.:

H04B 7/185 (2006.01)

H04B 7/204 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.04.2011 E 11002789 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2019 EP 2442460**

54 Título: **Áreas de cobertura flexible para señales de enlace de retorno en un sistema de comunicación por satélite de haces puntuales**

30 Prioridad:

03.02.2010 US 301164 P
02.02.2011 US 201113019842
02.02.2011 US 201113019841

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.03.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

MILLER, MARK J.

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 750 279 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

Áreas de cobertura flexible para señales de enlace de retorno en un sistema de comunicación por satélite de haces puntuales

Campo

La presente descripción se refiere de manera general a sistemas de comunicación por satélite. Más especialmente, la presente descripción se refiere a métodos y aparatos para proporcionar una distribución dinámica de energía para señales de enlace de retorno en un satélite de haces puntuales.

Antecedentes

Los satélites de haces puntuales son eficaces para la transmisión y recepción de datos de unidifusión y multidifusión. En los satélites típicos de haces puntuales, se usan muchos haces puntuales más pequeños para ofrecer cobertura para un área mayor que se define por la unión de las áreas cubiertas por cada uno de los haces puntuales más pequeños. En las Figs. 1A-1C, se representa un ejemplo que muestra cómo una serie de haces puntuales, tal como un haz puntual individual 102, proporcionan cobertura de satélite en un área de cobertura grande 104. Tanaka y col. en: "Experimental fixed and mobile multi beam satellite communication system", 198906 11; 198906 11- 198906 14, 11 de junio de 1989 (1989-06-11), páginas 1587-1594, XP 010081320, describe un sistema de comunicación por satélite de múltiples haces que emplea tres bandas de frecuencia que emplean canales de un solo haz como canales alternativos comunes para canales de múltiples haces en caso de interrupción mediante el bloqueo de canales de múltiples haces. La patente US 6.442.148 B1 describe un subsistema de satélite que emplea una carga útil de comunicaciones reconfigurable y antenas de matriz activa. Una energía de la matriz del conmutador de entrada divide las señales del haz de entrada en conjuntos de señales del haz de entrada. Además, se proporciona un canalizador que tiene una pluralidad de procesadores de canales que reciben cada uno al menos una señal de haz de entrada desde la matriz del conmutador de entrada. Dichos procesadores de canales filtran las señales de un haz de entrada en señales de canal y cambian la frecuencia de al menos una señal de canal para guiar al menos una señal de canal hacia un canal diferente al canal respectivo de las señales del haz de entrada.

La Fig. 2 representa un diagrama simplificado de un enlace de retorno de un sistema típico de satélite de haces puntuales transparentes que utiliza una arquitectura de modelo radial. El hardware representado conecta un haz de usuario a un terminal de puerta de enlace (GW). Múltiples terminales de usuario (UT) 207 en un haz 208 de usuario transmiten datos a través de un satélite 206 hasta un terminal GW 226 en un haz GW 224. El satélite 206 de haces puntuales transparentes de este ejemplo está simplificado, pero muestra los 5 elementos clave de una trayectoria de señal de enlace de retorno, que incluye una antena 212 de recepción (Rx), un amplificador 214 de bajo ruido (LNA), un transformador 216 de frecuencia, un amplificador 218 de alta potencia (HPA) y una antena 220 de transmisión (Tx). Muchos UT 207 pueden funcionar en el mismo haz 208 de usuario transmitiendo en la misma frecuencia en momentos diferentes (p. ej., TDMA) o en diferentes frecuencias al mismo tiempo (p. ej., FDMA). La señal 210 de enlace ascendente de retorno puede ser entonces una señal compuesta que contiene transmisiones desde un número de terminales 207 de usuario. Un satélite 206 típico puede tener una serie de estos conjuntos de hardware de trayectoria que conecta un número de haces de usuario a un número de GW.

Un haz 208 puntual de usuario único, como se muestra en la Fig. 2, típicamente cubre un pequeño subconjunto de un área de cobertura deseada. Muchos haces puntuales de usuario se emplean de una manera similar a la representada en la Fig. 1 para proporcionar servicio a un área de cobertura mayor. Cada uno de los haces puntuales es atendido por un terminal GW, y muchos haces puntuales pueden ser atendidos por el mismo terminal GW mediante el uso de diferentes frecuencias y/o polarizaciones. El área total de cobertura es la unión de las áreas cubiertas por los haces individuales del usuario. Esta área de cobertura es la región en donde el servicio del satélite se puede ofrecer a los clientes. Esta área de cobertura se fija y se selecciona durante un proceso de diseño del satélite.

El diseño, lanzamiento, la adquisición, construcción y prueba del satélite es un proceso largo. Este proceso, por lo general, demora hasta cuatro años o más. El área de cobertura debe especificarse al inicio de este proceso. En muchos casos, el área de cobertura deseada no se conoce bien en estas etapas iniciales de diseño del satélite. Se debe realizar una suposición fundamentada respecto a cuáles podrían ser las mejores áreas de cobertura. Si uno elige incorrectamente, se puede seleccionar un área de cobertura que tenga pocos clientes potenciales y/o se puede seleccionar un área de cobertura que no incluya regiones que tengan muchos clientes potenciales. Estas son claramente consecuencias indeseables.

Este problema se complica aún más debido a la larga vida útil operacional de los satélites. Normalmente, los satélites tienen una vida útil operacional de 15 años o más. Durante este tiempo, las áreas objetivo de servicios pueden cambiar radicalmente. Esto puede ocurrir debido al desarrollo de la infraestructura terrestre (p. ej., la construcción de redes inalámbricas y de fibra óptica), la reimplantación del satélite, el movimiento del satélite a una ranura de órbita diferente, y similares. Sin embargo, los haces puntuales del satélite y, por lo tanto, las áreas de cobertura, se fijan en la ubicación y, por lo general, no pueden modificarse a pesar de estos cambios.

Además, la carga que se ofrece en diferentes haces puntuales puede variar sustancialmente durante cortos períodos de tiempo. Por ejemplo, un sistema de satélite que cubre el territorio continental de Estados Unidos puede experimentar horas punta en la Costa Este que se corresponden con horas que no son punta en la Costa Oeste.

- 5 Por lo tanto, existe la necesidad de satélites de haces puntuales mejorados que permitan modificar la capacidad y las áreas de cobertura para ajustarse a las demandas de corto plazo y también a lo largo de toda la vida útil del satélite.

Resumen

10 La invención se define en las reivindicaciones independientes. Las realizaciones preferidas de la invención se establecen en las reivindicaciones dependientes. Aunque se han descrito varias realizaciones y/o ejemplos en esta descripción, la materia para la que se busca protección se limita únicamente y estrictamente a aquellas realizaciones y/o ejemplos incluidos en el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones y/o ejemplos mencionados en la descripción que no están dentro del alcance de las reivindicaciones son útiles para comprender la invención.

15 Algunas realizaciones de la presente invención proporcionan métodos y aparatos para proporcionar áreas de cobertura flexibles y de capacidad flexible para señales de enlace de retorno de un satélite de haces puntuales. Esto puede permitir que las áreas de cobertura se definan más adelante en el proceso de diseño y permite cambiar las áreas de cobertura y la capacidad durante la vida útil operacional del satélite.

20 Según una realización de la invención, un método para proporcionar una distribución dinámica de energía para las señales de enlace de retorno en un satélite de haces puntuales incluye la recepción de una pluralidad de señales de enlace de retorno cada una de un haz puntual correspondiente a un área de cobertura del haz puntual, y atenuar selectivamente al menos una de la pluralidad de señales de enlace de retorno. La etapa de atenuación selectiva se puede lograr controlando de forma remota los valores de atenuación desde una ubicación alejada del satélite de haces puntuales después de que el satélite de haces puntuales se haya desplegado en el espacio. El método también incluye, después de la etapa de atenuación selectiva, la combinación de la pluralidad de señales de enlace de retorno para generar una señal combinada, la amplificación de la señal combinada para generar una señal amplificada y la transmisión de la señal amplificada a una puerta de enlace.

30 Según otra realización de la invención, un método para proporcionar una distribución dinámica de energía para las señales de enlace de retorno en un satélite de haces puntuales incluye la recepción de uno o más valores de atenuación desde una ubicación alejada del satélite de haces puntuales, y la configuración de una atenuación de uno o más atenuadores basándose en uno o más valores de atenuación. El método también incluye la recepción de una pluralidad de señales de enlace de retorno, cada una de las cuales desde un haz puntual correspondiente a un área de cobertura del haz puntual, y la atenuación de al menos una de la pluralidad de señales de enlace de retorno usando uno o más atenuadores. El método también incluye la combinación de la pluralidad de señales de enlace de retorno para generar una señal combinada, la amplificación de la señal combinada para generar una señal amplificada y la transmisión de la señal amplificada a una puerta de enlace.

40 Según aún otra realización de la invención, un satélite de haces puntuales para proporcionar áreas de cobertura flexible para señales de enlace de retorno, incluye una o más antenas configuradas para recibir una pluralidad de señales de enlace de retorno, cada una desde un haz puntual que corresponde a un área de cobertura del haz puntual, y uno o más atenuadores programables configurados para atenuar al menos una de la pluralidad de señales de enlace de retorno. El satélite de haces puntuales también incluye un dispositivo de suma configurado para combinar la pluralidad de señales de enlace de retorno para generar una señal combinada, un amplificador configurado para amplificar la señal combinada para generar una señal amplificada y un transmisor configurado para transmitir la señal amplificada a una puerta de enlace.

50 Gracias a la presente invención se pueden obtener numerosos beneficios con respecto a las técnicas convencionales. Por ejemplo, en una realización, se utilizan atenuadores programables en un satélite de haces puntuales para atenuar selectivamente las señales de enlace de retorno. La atenuación selectiva puede distribuir la reducción de G/T a través de haces dentro de un grupo de haces. Esto puede aumentar el área de cobertura efectiva del satélite de haces puntuales. Esto también puede “activar” de forma selectiva uno o más haces, mientras que puede “desactivar” otros haces. Dependiendo de la realización, pueden existir uno o más de estos beneficios. Estos y otros beneficios se describen a lo largo de toda la memoria descriptiva y especialmente a continuación.

Breve descripción de los dibujos

60 Una comprensión de la naturaleza y las ventajas de la presente invención puede llevarse a cabo mediante referencia a los siguientes dibujos. En los dibujos, los componentes o características similares pueden tener la misma etiqueta de referencia. Además, se pueden distinguir varios componentes del mismo tipo mediante la siguiente etiqueta de referencia con una segunda etiqueta que distingue entre los componentes similares. Si solo se utiliza la primera etiqueta de referencia en la memoria descriptiva, la descripción es aplicable a uno cualquiera de los componentes similares que tienen la misma etiqueta de referencia independientemente de la segunda etiqueta de referencia.

65

Las Figs. 1A-1C son diagramas simplificados que muestran cómo un número de haces puntuales proporcionan cobertura de satélite en una gran área de cobertura;

5 la Fig. 2 representa un diagrama simplificado de un enlace de retorno de un sistema típico de satélite de haces puntuales transparentes que utiliza una arquitectura de modelo radial;

la Fig. 3 representa un diagrama simplificado de un enlace de retorno de un satélite de haces puntuales según una realización de la invención; y

10 las Figs. 4A-4B representan diagramas simplificados que ilustran los ajustes en la capacidad de los haces según una realización de la presente invención.

Descripción detallada

15 Algunas realizaciones de la presente invención proporcionan métodos y aparatos para proporcionar áreas de cobertura flexible y capacidad flexible para señales de enlace de retorno en un satélite de haces puntuales. En una realización, por ejemplo, los atenuadores programables se usan para distribuir la reducción de G/T en los haces dentro de un grupo de haces. Esto puede utilizarse para aumentar el área de cobertura efectiva del satélite de haces puntuales y/o “activar” de forma selectiva uno o más haces y “desactivar” otros haces.

20 La Fig. 3 representa un diagrama simplificado de un enlace de retorno de un satélite de haces puntuales según una realización de la invención. Esta figura muestra un grupo de haces N 308a, 308b,... 308N de usuario (donde $N = 3,4,...$) conectado a un terminal GW 326 a través de un satélite 306 a través de señales 310a, 310b,... 310N de enlace ascendente respectivamente. En una realización, los haces N 308a, 308b,... 308N de usuario pueden usar el mismo espectro. Los haces N 308a, 308b,... 308N de usuario pueden formarse a través de la misma antena de satélite Rx y diferentes alimentaciones o pueden estar formados por diferentes antenas 312a, 312b,... 312N de Rx. Además, el tamaño de los reflectores usados para formar los haces N 308a, 308b,... 308N y, por tanto, la directividad de la antena, no necesitan ser los mismos para cada uno de los haces. La salida de cada una de las alimentaciones de Rx (G/T)1, (G/T)2,... (G/T)N proporciona energía desde sus respectivos haces a los LNA 314a, 314b,... 314N. Las salidas de cada LNA 314 pueden atenuarse individualmente mediante los respectivos atenuadores programables 330a, 330b,... 330N. Los valores para los atenuadores programables 330a, 330b,... 330N se pueden vincular de manera ascendente al satélite 306 a través de un enlace de comando que se origina desde una ubicación remota (p. ej., una estación de control). Un receptor de comando y un procesador de control (no mostrado) en el satélite 306 pueden recibir los valores del atenuador y configurar los atenuadores programables 330a, 330b,... 330N respectivamente. Las salidas de los atenuadores programables 330a, 330b,... 330N se pueden sumar usando el dispositivo 334 de suma. La salida del dispositivo 334 de suma puede convertirse en una frecuencia de enlace descendente en el convertidor 316 de frecuencia, amplificarse a HPA 318, y transmitirse al GW a través de una señal 322 de enlace descendente utilizando una antena 320 de Tx.

40 Los haces N 308a, 308b,...308N de usuario forman un grupo de haces. La ubicación de cada uno de los haces en el grupo de haces se puede fijar y seleccionar durante la fase de diseño del satélite. La flexibilidad dentro del grupo de haces procede de los valores de la atenuación programable A_1 hasta A_N . Un haz particular n puede efectivamente “activarse” y los demás $N-1$ haces pueden “desactivarse” estableciendo A_n igual a la unidad (atenuación mínima) y todos los demás atenuadores en un valor de atenuación máximo (un valor muy grande para A). Dado que cada uno de los haces N dentro del grupo de haces puede usar el espectro total del haz, cualquiera de los haces N puede conectarse al GW en cualquier momento durante la vida útil del satélite. Esto puede aumentar las posibles áreas de cobertura en un factor de N sin disminuir la cantidad de espectro por haz, aumentando el número de puertas de enlace o aumentando el número de transformadores de frecuencia y HPA en el satélite. El aumento en el área de cobertura posible se hace de una manera que permite que la capacidad total se asigne a cualquiera de los haces N . La capacidad del enlace de retorno se puede distribuir en cualquier proporción a través de los haces N dentro de un grupo de haces mediante la selección adecuada de los valores de los atenuadores A_1 hasta A_N . Los valores de atenuación A_1 hasta A_N se pueden establecer utilizando, por ejemplo, mensajes cortos desde un controlador en tierra.

55 La directividad de la antena y el LNA 314 determinan la base G/T de un haz concreto. G/T es una relación de aumento del satélite 306 respecto a una temperatura de ruido térmico del satélite 306. El G/T puede denotarse como $(G/T)_n$ para número del haz n . La suma de las salidas de cada uno de los LNA 314a, 314b,... 314N después de la atenuación, aumentará un nivel de ruido y por lo tanto disminuirá un G/T de haz efectivo. El G/T resultante o efectivo para cada haz se puede determinar como una función de los ajustes N del atenuador. Generalmente, dado que las antenas Rx de satélite se dirigen hacia la Tierra, tendrán una temperatura de antena de aproximadamente 290K. Los LNA 314a, 314b,... 314N pueden ser similares y tener aproximadamente la misma figura de ruido. Por lo tanto, la temperatura de entrada del sistema referida puede ser aproximadamente la misma en la entrada para cada LNA 314 y será aproximadamente $T_{sys}=T_{Ant}+T_{LNA}$. Si todos los LNA 314a, 314b,... 314N tienen el mismo aumento (G_{LNA}), entonces, la temperatura de ruido en la salida del combinador puede ser dada por la ecuación:

65

$$T_{out} = T_{sys} \left(\frac{G_{LNA}}{A_1} + \frac{G_{LNA}}{A_2} + \dots + \frac{G_{LNA}}{A_N} \right) \quad (1)$$

En la práctica, los LNA 314a, 314b,... 314N pueden no tener justamente el mismo aumento. Esto se explica fácilmente midiendo el aumento del LNA durante el proceso de fabricación. El desequilibrio en el aumento se puede compensar utilizando los atenuadores programables 330a, 330b... 330N. Por lo tanto, los atenuadores programables 330a, 330b,... 330N tendrán dos componentes en su valor de atenuación, un componente para la compensación de aumento de LNA y un componente para asignar capacidad entre los haces N . Como se utilizan en la presente memoria, los valores de atenuación A_1 hasta A_N representarán solo el segundo componente.

El aumento de las antenas 312a, 312b,... 312N de Rx y la electrónica que va hasta la salida del dispositivo de suma para el haz n puede ser determinada por:

$$(G_{ANT})_n \cdot G_{LNA} / A_n \quad (2)$$

Por lo tanto, el G/T efectivo para el haz n es:

$$\left(\frac{G}{T} \right)_n^{eff} = \frac{(G_{ANT})_n \cdot G_{LNA}}{A_n} \cdot \frac{1}{T_{out}} = \frac{(G_{ANT})_n}{A_n} \cdot \left[T_{sys} \left(\frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2} + \dots + \frac{1}{A_N} \right) \right]^{-1} \quad (3)$$

Constatando que $(G_{ANT})_n / T_{sys}$ es una ecuación (3) con base G/T del número de haz n , que se puede expresar de una forma adecuada como:

$$\left(\frac{G}{T} \right)_n^{eff} = \left(\frac{G}{T} \right)_n \cdot \frac{A_p}{A_n} = \left(\frac{G}{T} \right)_n \cdot \alpha_n \quad (4)$$

en donde A_p es una combinación paralela de todos los valores de atenuadores N :

$$A_p = \left(\frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2} + \dots + \frac{1}{A_N} \right)^{-1} \quad (5)$$

En la ecuación (4), α_n es una ponderación o reducción de G/T para el haz n . Una suma de todos los valores α_n debe ser igual a 1. A partir de la ecuación (4) se puede observar que el efecto de los valores de atenuación es la distribución de la reducción de G/T a través de los haces dentro del grupo de haces según el peso α_n . Cuando todos los valores de atenuación se fijan en el mismo valor ($\alpha_n = A$), entonces $A_p = A/N$, y por lo tanto $\alpha_n = 1/N$ para todos los haces. Esto da como resultado una reducción igual de G/T en todos los haces del grupo de haces. Esto puede parecer indeseable, pero debe observarse que el área de cobertura efectiva aumenta ahora en un factor de N (para haces N de igual tamaño), de modo que el G/T debe disminuir necesariamente en el mismo factor. Por consiguiente, la reducción es un artefacto del área de cobertura aumentada.

Cuando A_n se establece en unidad y todos los demás valores de atenuador se establecen en una atenuación muy grande, $\alpha_n = 1$ y todos los demás valores de la ponderación G/T son extremadamente pequeños (cerca de cero). Por lo tanto, el haz n no tiene esencialmente ninguna reducción de G/T y todos los demás haces tienen una gran reducción de G/T. Esta situación corresponde a la "activación" del número de haz n y a la "desactivación" de todos los demás haces.

Para un conjunto arbitrario de reducciones de G/T seleccionadas $\alpha_1 \dots \alpha_N$, los valores de atenuación correspondientes pueden determinarse del siguiente modo. En primer lugar, el conjunto $B_n = 1/\alpha_n$. A continuación, se establece $A_n = B_n / B_{min}$, donde B_{min} es un mínimo de todos los valores B_n . Esto asegurará que todos los valores de A_n son iguales o superiores a la unidad y proporcionan los valores deseados para $\alpha_1 \dots \alpha_N$.

En el enlace de retorno de un sistema de comunicación por satélite de modelo radial, la signal-to-noise ratio (relación de señal a ruido - SNR) de extremo a extremo suele estar dominada por la SNR de enlace ascendente. La SNR de enlace ascendente puede ser proporcional al G/T del satélite, y por lo tanto la SNR del enlace ascendente en cada uno de los haces en el grupo de haces puede ser proporcional a los valores seleccionados para α_n . La capacidad del enlace puede determinarse a partir de la ecuación de capacidad de Shannon:

$$C = W \cdot \text{Log}_2(1 + \text{SNR}) \quad (6)$$

Con esto puede observarse que la capacidad se puede distribuir a través de los haces en el grupo de haces en cualquier proporción deseada mediante la selección apropiada de los factores de reducciones de G/T $\alpha_1 \dots \alpha_N$.

5 Dado que todos los haces pueden usar el mismo espectro, el sistema descrito funciona mejor cuando los haces N dentro de un grupo de haces están aislados espacialmente. De lo contrario, se puede producir una situación de trayectoria múltiple en la que la transmisión del enlace ascendente desde una UT encuentra múltiples trayectorias a través de dos o más haces diferentes hacia el circuito del combinador. Las trayectorias múltiples pueden dar como resultado una cancelación destructiva de la señal deseada cuando un diferencial de fase se acerca a 180 grados. Cuando los haces dentro de un grupo de haces están separados espacialmente, las trayectorias secundaria y posteriores están considerablemente atenuadas con relación a la trayectoria primaria. En esta situación, la cancelación de la señal será pequeña o inexistente.

15 En realizaciones en las que todos los haces en un grupo de haces usan el mismo espectro, se debe coordinar un acceso múltiple a través de los haces. El acceso múltiple a través de un grupo de haces se puede realizar de la misma manera que el acceso múltiple de enlace de retorno dentro de un único haz. Las UT pueden transmitir en diferentes momentos (TDMA) o en diferentes frecuencias (FDMA) dentro del espectro del haz. Puede ser conveniente considerar los haces N en un grupo de haces como un gran haz único no contiguo. Se pueden aplicar múltiples técnicas de gestión de acceso y enlace que se aplican a haces únicos convencionales.

20 Las Figs. 4A-4B representan diagramas simplificados que ilustran los ajustes en la capacidad de los haces según una realización de la presente invención. La Fig. 4A ilustra ajustes en la capacidad del haz para las horas de máxima utilización en la Costa Oeste según una realización. Un haz de alta capacidad y un haz de baja capacidad se muestran como haces individuales incluidos en un solo grupo de haces que abarcan los Estados Unidos continentales. Solo se muestran estos dos haces representativos en la figura, pero pueden existir otros haces en el mismo grupo de haces. El haz de alta capacidad está asociado a un área de cobertura ubicada a lo largo de la Costa Este. Por otra parte, el haz de baja capacidad está asociado a un área de cobertura ubicada a lo largo de la Costa Oeste. Esto corresponde al uso del ancho de banda durante las horas de mayor utilización para la Costa Este y las horas de menos utilización de la Costa Oeste.

30 La Fig. 4B ilustra ajustes de capacidad del haz para las horas de máxima utilización de la Costa Oeste según una realización. Esta figura es similar en muchos aspectos a la Fig. 4A. Sin embargo, las ubicaciones del haz de alta capacidad y del haz de baja capacidad se han intercambiado. Ahora, el haz de alta capacidad está asociado con un área de cobertura ubicada a lo largo de la Costa Oeste. El haz de baja capacidad está asociado con un área de cobertura ubicada a lo largo de la Costa Este. Esto corresponde al uso del ancho de banda durante las horas de mayor utilización para la Costa Oeste y las horas de menos utilización de la Costa Este.

35 El haz de alta capacidad y el haz de baja capacidad se pueden realizar de forma remota controlando los atenuadores a bordo del satélite de haces puntuales, de la manera descrita anteriormente. Por ejemplo, el haz de alta capacidad puede resultar del ajuste de un atenuador correspondiente A_1 en un valor de atenuación relativamente bajo (p. ej., $A_1 = 1$). Al mismo tiempo, el haz de baja capacidad puede resultar del ajuste de un atenuador correspondiente A_2 en un valor de atenuación relativamente alto (p. ej., $A_2 > A_1$). El haz de alta capacidad tiene mayor potencia y, por lo tanto, una capacidad más potencial para la transmisión de datos. El haz de alta capacidad tiene menor potencia y, por lo tanto, una capacidad menos potencial para la transmisión de datos. En cualquier caso, el uso de adaptive modulation and coding (modulación y codificación adaptativa - ACM) permite el uso eficiente de la capacidad disponible.

45 Las Figs. 4A-4B, por lo tanto, muestran la forma en que la capacidad puede asignarse de forma flexible entre haces puntuales según los patrones de uso. En las horas de máxima utilización en la Costa Este, el satélite de haces puntuales puede configurarse para proporcionar haces puntuales, tal como se ilustra en la Fig. 4A. Unas horas más tarde, en las horas de máxima utilización en la Costa Oeste, el satélite de haces puntuales puede configurarse de forma diferente, para proporcionar haces puntuales, tal como se ilustra en la Fig. 4B. El experto en la técnica reconocería muchas variaciones, modificaciones y alternativas a la luz de la presente descripción.

50 Debe observarse que los métodos y aparatos descritos en esta memoria descriptiva se proveen meramente como ejemplos. Varias realizaciones pueden omitir, sustituir, o agregar varios procedimientos o componentes según sea apropiado. Por ejemplo, debe apreciarse que las características descritas sobre ciertas realizaciones pueden combinarse en diversas otras realizaciones. Además, pueden realizarse mediciones y los diversos valores proporcionarse en cualquier unidad. Además, las realizaciones pueden aplicarse mediante hardware, software, firmware, middleware, microcódigo, lenguajes de descripción de hardware o cualquier combinación de los mismos. Cuando se implementa en software, firmware, middleware, o microcódigo, el código de programa o los segmentos de código para realizar las tareas necesarias se puede almacenar en un medio legible por ordenador tal como un medio de almacenamiento. Los procesadores pueden adaptarse a realizar las tareas necesarias. El término "medio legible por ordenador" incluye, pero no se limita a, dispositivos de almacenamiento portátiles o fijos, dispositivos de almacenamiento óptico, canales inalámbricos, tarjetas SIM, otras tarjetas inteligentes y otros medios diversos capaces de almacenar, contener o transportar instrucciones o datos.

Habiendo descrito diversas realizaciones, será reconocido por los expertos en la técnica que pueden utilizarse diversas modificaciones, construcciones alternativas y equivalentes sin abandonar el ámbito de la invención según lo definido por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para proporcionar la distribución dinámica de energía para señales de enlace de retorno en un sistema de comunicación por satélite de haces puntuales, comprendiendo dicho método:
- 5 la recepción de una pluralidad de señales (310a-N) de enlace de retorno, cada una de ellas de un haz (308a-N) de usuario respectivo correspondiente a un área de cobertura de haz puntual respectiva;
- 10 cada uno de una pluralidad de atenuadores programables (330) que atenúan una señal respectiva de la pluralidad de señales de enlace de retorno, cada uno de la pluralidad de atenuadores programables se fija en un valor de atenuación respectivo;
- el ajuste de los respectivos valores de atenuación para ajustar una distribución de la capacidad de transmisión de datos a través de la pluralidad de señales de enlace de retorno;
- 15 la suma de las salidas de la pluralidad de atenuadores programables para generar una señal combinada;
- la amplificación de la señal combinada para generar una señal amplificada (322); y
- la transmisión de la señal amplificada (322) a una puerta (326) de enlace.
2. El método de la reivindicación 1 en donde los respectivos valores de atenuación se establecen controlando a distancia los respectivos valores de atenuación desde una ubicación alejada del satélite (306) de haces puntuales, después de haber desplegado el satélite (306) de haces puntuales en el espacio.
- 20
3. Un satélite (306) de haces puntuales para proporcionar una distribución dinámica de energía para señales de enlace de retorno, que comprende:
- 25 una o más antenas (312a-N) configuradas para recibir una pluralidad de señales (310a-N) de enlace de retorno, cada uno de los respectivos haces (308a-N) de usuario correspondiente a un área de cobertura de haz puntual respectiva;
- 30 una pluralidad de atenuadores programables (330), cada uno de la pluralidad de atenuadores programables configurado para atenuar una señal respectiva de la pluralidad de señales de enlace de retorno, cada uno de la pluralidad de atenuadores programables estando establecido en un valor de atenuación respectivo,
- 35 en donde la pluralidad de atenuadores programables se configura de tal manera que el ajuste de los respectivos valores de atenuación ajusta una distribución de la capacidad de transmisión de datos a través de la pluralidad de señales de enlace de retorno;
- un dispositivo (334) de suma configurado para sumar salidas de la pluralidad de atenuadores programables para generar una señal combinada;
- 40 un amplificador (318) configurado para amplificar la señal combinada para generar una señal amplificada (322); y
- un transmisor (320) configurado para transmitir la señal amplificada (322) a una puerta (326) de enlace.
4. El satélite (306) de haces puntuales de la reivindicación 3 que comprende, además:
- 45 un receptor configurado para recibir los valores de atenuación respectivos desde una ubicación alejada del satélite (306) de haces puntuales; y
- un procesador configurado para establecer una atenuación de los atenuadores programables (330) respectivos basándose en los valores de atenuación respectivos.

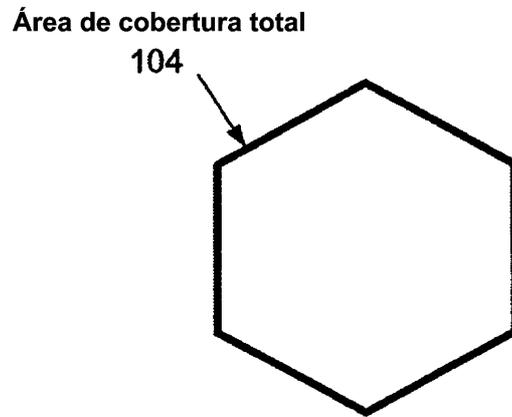


FIG. 1A

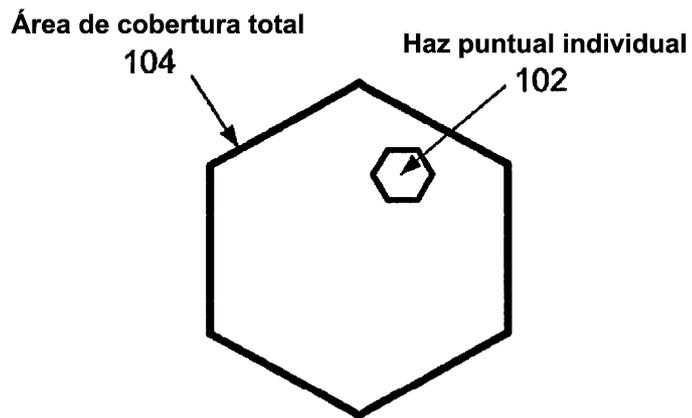


FIG. 1B

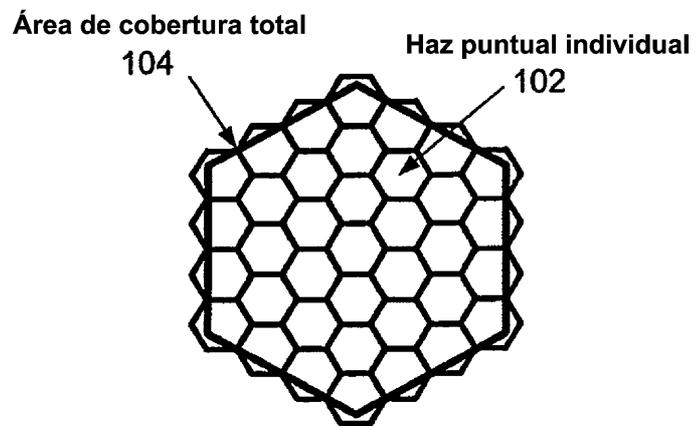


FIG. 1C

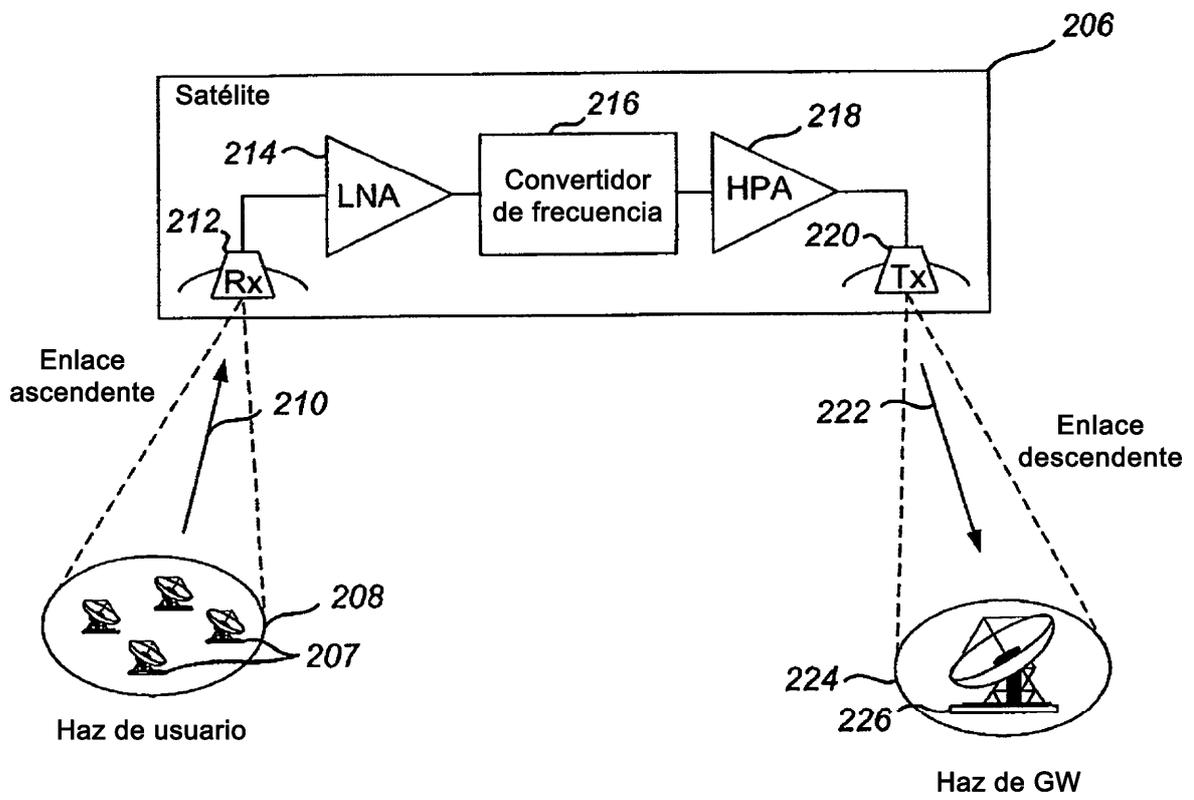


FIG. 2

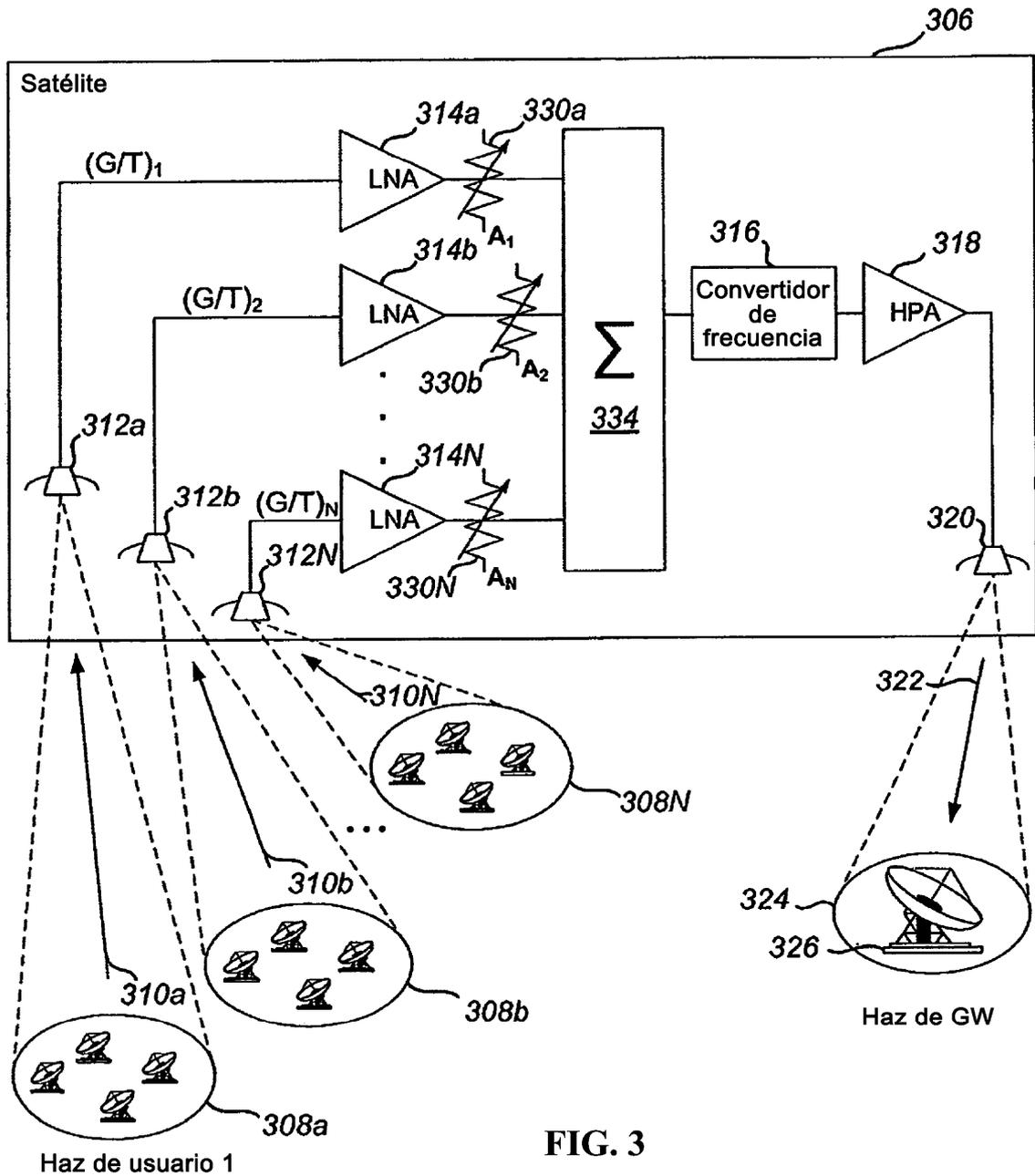
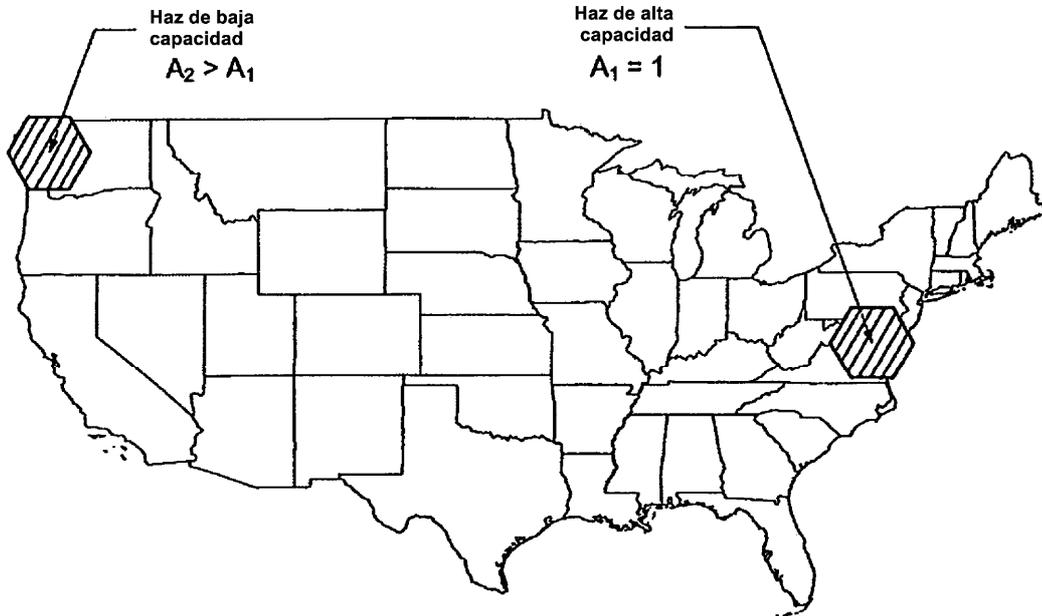
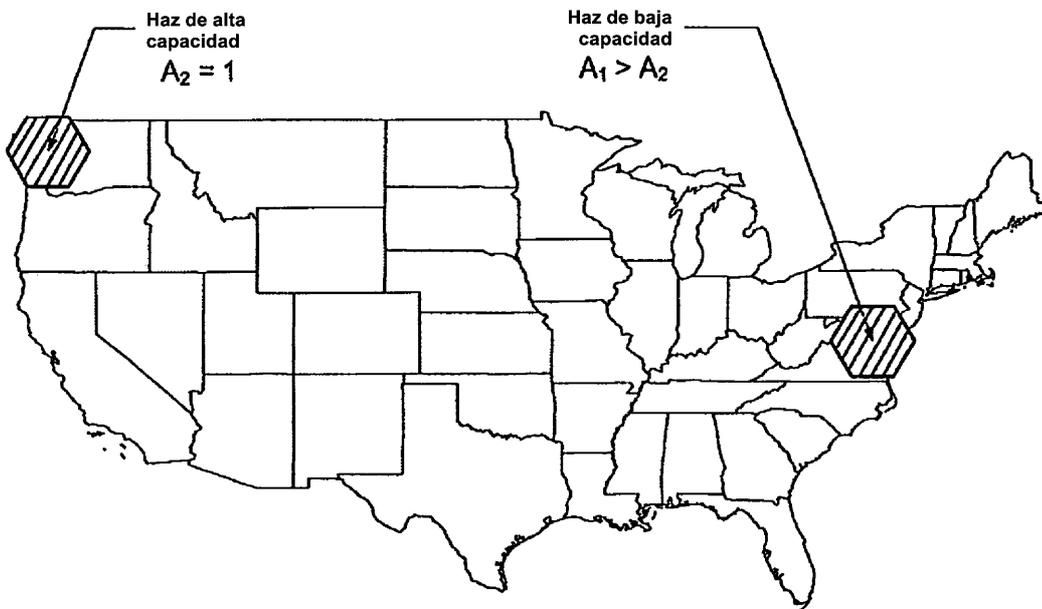


FIG. 3



Ajuste de la capacidad del haz: Hora de máxima utilización de la Costa Este

FIG. 4A



Ajuste de la capacidad del haz: Hora de máxima utilización de la Costa Oeste

FIG. 4B