

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 786 311**

51 Int. Cl.:

H04B 7/185 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.05.2015 PCT/US2015/031119**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.11.2015 WO15175958**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2015 E 15793349 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2020 EP 3143706**

54 Título: **Sistema y método para el enrutado por satélite de datos**

30 Prioridad:

15.05.2014 US 201461993758 P

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

09.10.2020

73 Titular/es:

**LEOSAT, LLC (100.0%)
1245 Powerline Road
Pompano Beach, Florida 33069, US**

72 Inventor/es:

ANDERS, CLIFF

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 786 311 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

Sistema y método para el enrutado por satélite de datos

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere, generalmente, a un sistema para proporcionar conexiones de red de alta velocidad a nivel internacional. Más particularmente, da a conocer un método para el enrutado de datos entre satélites y las redes instaladas en tierra.

10

Antecedentes de la invención

LeoSat ha entrado en este mercado con el objetivo específico de aplicar tecnologías nuevas y emergentes al mercado de datos por satélite. Es una sociedad con visión de futuro con una historia de ingeniería en el desarrollo y porción de datos/comunicación por voz en entornos hostiles.

15

Se considera encarecidamente que es el momento de un cambio en el mercado en comunicaciones de datos por satélite. Los desarrollos y demandas de tecnología se han alineado para facilitar un gran cambio en cómo se ven y desarrollan los datos por satélite. Aunque el mercado tiene muchas sociedades establecidas desde hace mucho tiempo, existe una tendencia tal como en operadores establecidos desde hace mucho tiempo, de continuar viendo el mercado de la manera "en la que siempre se han realizado las cosas." Tanto los clientes ya existentes como los nuevos posibles clientes de este mercado se ven impulsados debido al crecimiento en continua expansión por la necesidad de permanecer conectados a Internet con conexiones de alto rendimiento en cualquier lugar. Muchos clientes están siendo retenidos por las ofertas actuales que fallan tanto en precio como en rendimiento. Las embarcaciones de crucero no pueden comenzar a mantener el ritmo con la demanda de sus pasajeros de contar siempre con servicios de Internet a alta velocidad. La exploración y producción de petrolíferas requiere un transporte de datos mucho más rápido de lo que está disponible actualmente. El mundo desarrollado necesita redes de alto rendimiento económicas para la telemedicina y enseñanza a distancia. Países altamente dispersos tales como Indonesia, Canadá, partes de China, África, América del Sur y Rusia necesitan redes de alta velocidad económicas para ayudar a que esas zonas se desarrollen. Cuando sobrevienen catástrofes tales como terremotos, huracanes o un rescate de tsunami y esfuerzos de auxilio deben poder establecer de manera rápida redes de comunicaciones y de datos sólidas. Finalmente, existe una demanda de una solución de red de datos verdaderamente segura a nivel internacional. Los operadores actuales que proporcionan 1-2 Mb (incluso 12 Mb en casos limitados) a costes elevados no están a la altura de los retos de estas demandas. La mayor parte requiere platos de 7-9 pies para un acceso marginal a alta velocidad. Estas antenas deben disponerse en hormigón para concentrarse en un satélite unas 22.500 millas en el espacio exterior. Incluso en ese caso, el rendimiento de estos sistemas es malo. Doce (12) megabits en un sistema de este tipo cumplen la función de 0,5 megabits en una red normal. Esto no es en absoluto suficiente para las demandas. El equipo es costoso, grande y los datos cumplen mal su función. El coste de los datos sigue siendo muy elevado y en las cantidades necesarias, simplemente no está disponible.

20

25

30

35

40

Cómo se ve el mercado actualmente

Actualmente, los mercados de datos por satélite se ven como un mal servicio. Existen algunas ventajas nuevas ofrecidas por los servicios por satélite, pero simplemente son mejoras incrementales con respecto a las generaciones de ofertas pasadas. Muchos de los mismos problemas principales con los sistemas anteriores siguen existiendo en las nuevas ofertas. Adicionalmente, estos problemas presentarán incluso más efectos negativos en el futuro.

45

50 Problemas con la latencia de los sistemas actuales

Latencia

La latencia (retardo) es, en parte, un factor de física y, en parte, un factor de diseño. No es simplemente un problema de un retardo en llamadas telefónicas transmitidas sobre los enlaces; es un problema con las transferencias de datos, aplicaciones e incluso con la navegación web. Es un problema que continuará provocando una frustración en aumento con el uso de tales conexiones para acceder a Internet. El esqueleto y las velocidades de conexión en Internet están aumentando a tasas exponenciales. Cuantos más dispositivos y gente estén conectados, más velocidad, eficacia y ancho de banda se requieren. Las páginas web y otros portales de este tipo se optimizan para servir a tantos clientes como sea posible, de la manera más eficaz posible. Los administradores realizan compensaciones en sus métodos de identificación de modelos de eficacia para sus servidores. Cuando un cliente se conecta a una página web y solicita algo, se establece un puerto de datos. El servidor ofrece estos puertos en conjunto. Si un cliente particular toma más de XX ms para responder, el servidor finalizará esa conexión y esperará que el cliente vuelva con una mejor conexión. Los servidores simplemente no pueden esperar en conexiones bajas mientras siguen siendo eficaces. Los ajustes de "límite de retardo" han bajado y continuarán bajándose a medida que aumentan las velocidades de conexión de manera

55

60

65

estadística. Otra causa de la caída de conexiones es que un cliente requiera una gran retransmisión de paquetes de datos. De nuevo, el servidor identificará esas conexiones y las hará caer, esperando que el cliente vuelva con una mejor conexión. Para situar esto en el contexto del cliente servido por un satélite GEO, una conexión con un retardo de ida y vuelta de 500ms experimentará una creciente degradación del rendimiento en el futuro. La latencia tiene un terrible impacto en el rendimiento sobre cualquier red de TCP/IP.

Rendimiento

La latencia controla el rendimiento en una red de datos. TCP/IP es el transporte para las redes de datos de hoy en día, y debido a los métodos usados en esta latencia o retardo de transporte (con los fines de esta discusión los términos son intercambiables) son factores principales en el rendimiento real. Cuando un proveedor de servicios vende a un cliente una velocidad de megabit, el rendimiento real en ese ancho de banda se verá significativamente impactado por el sistema de satélite que se usa. La mayor parte de los satélites que proporcionan los servicios hoy en día se encuentran a un nivel de órbita GEO. Este nivel es de aproximadamente 36.000 Km (22.500 millas) por encima de la tierra. Existen algunos sistemas nuevos que están surgiendo que se encuentran en la órbita MEO que se encuentra a aproximadamente 8.500 Km (5.200 millas). Sin embargo, tal como puede observarse en el anexo "A", ningún sistema proporcionará los sistemas necesarios para mantenerse al día en los años venideros. Como referencia, un sistema GEO que promete 50Mbps de ancho de banda solo proporcionará, en realidad, 1 Mb de rendimiento real cuando se usa una conexión TCP/IP. El tipo de conexión que toda la navegación de Internet usa hoy en día.¹

RTT 10 ms => rendimiento de TCP = 52428000 bps = 52Mbps

RTT 20 ms => rendimiento de TCP = 26214000 bps = 26Mbps

RTT 50 ms => rendimiento de TCP = 10485600 bps = 10Mbps

RTT 100 ms => rendimiento de TCP = 5242800 bps = 5,2Mbps mejor rendimiento de MEO

RTT 150 ms => rendimiento de TCP = 3495200 bps = 4,3Mbps

RTT 200 ms => rendimiento de TCP = 2621400 bps = 2,5Mbps

RTT 300 ms => rendimiento de TCP = 1747600 bps = 1,7Mbps

RTT 500 ms => rendimiento de TCP = 1048560 bps = 1Mbps mejor rendimiento de GEO

Existen aceleradores de WAN (tal como Riverbed de Steelhead) que usan tamaños de trama de almacenamiento y deslizamiento para ayudar a mejorar el rendimiento, pero no pueden cambiar la física del tiempo que le lleva a la señal de radio atravesar las distancias.

Cobertura

Actualmente, no existe un sistema que pueda proporcionar el mismo nivel de conexiones a Internet de alta velocidad a nivel internacional. Existen ambos sistemas GEO y MEO que proporcionan cobertura para ubicaciones de aproximadamente 35-45° norte o sur del ecuador. Cuanto más lejos sea un desplazamiento desde el ecuador más baja se volverá la velocidad y la calidad de la conexión también sufrirá. Aunque algunos operadores en el mercado reivindican una "cobertura internacional", la letra pequeña dice que el sistema revertirá a bandas de frecuencia más bajas (velocidad muy lenta) en y/o unas bajas conexiones de ancho de banda en los lugares más apartados de sus zonas de cobertura de sistema. Actualmente, ningún sistema proporciona los mismos datos a alta velocidad a nivel internacional.

Antenas mecánicas

Para aquellos clientes que transportan, por ejemplo, vehículos marítimos, aeronaves, deben usarse antenas de seguimiento (o antenas dispuestas en serie muy costosas y que requieren mucha alimentación) para mantener las antenas orientadas hacia el satélite para obtener servicios. Las antenas requieren plataformas estabilizadas de 3 ejes que son motores y engranajes o correas que funcionan de manera continua, para mantener el haz orientado de manera precisa a su satélite de servicio. Por tanto, existen numerosas partes móviles que se ven sometidas a desgaste y a fallos durante la vida útil del sistema. Tales sistemas requieren comprobaciones de mantenimiento y sustituciones de partes preventivas significativas. Esto requiere visitas del vendedor simplemente a cualquier lugar en el mundo para sustituir una correa, motor o BUC, que ha fallado estando en servicio. Esto conlleva costes, fallos operativos y, por tanto, pérdida de ingresos. Aumenta los costes al operador y, asimismo, provoca un aumento de costes a los clientes. Estas soluciones han demostrado ser difíciles de mantener a un nivel que cumpla con SLA.

Costes de la estación de cliente

Los costes de estación de cliente de satélite actuales para usuarios de alta capacidad son sustanciales (\$100.000+). El coste de la instalación, mantenimiento y cambio de las estaciones de cliente es un factor significativo en el coste total de funcionamiento de los datos de Internet por satélite. Si se usa un sistema MEO o LEO, la estación de cliente requiere al menos dos antenas de seguimiento y, para la redundancia, debe instalarse una tercera.

Los problemas con la técnica anterior indican que existe la necesidad de un nuevo sistema de comunicación para proporcionar acceso a la red global. En el presente documento, se da a conocer un sistema y método para transmitir datos que emplea nuevas cargas útiles de satélite, nuevos métodos de tratamiento de datos, nuevos métodos de enrutado de datos y nuevos terminales de cliente, y nuevas tecnologías que cambian significativamente el paradigma de qué puede suministrarse y a qué coste.

D1 = el documento US 5 467 345 da a conocer un sistema de enrutado de paquete y método para llevarlo a cabo, en el que se enrutan paquetes de información entre una constelación de nodos de satélite en un sistema de comunicación por medio de tablas de enrutado para cada nodo que se generan de antemano mediante un proceso recursivo que tiene en consideración uso de enlaces y carga de enlaces anticipada para diferentes momentos y estados de la constelación.

Sumario de la invención

En un primer aspecto, la invención consiste en un sistema para el enrutado de datos entre redes instaladas en tierra y satélites, comprendiendo el sistema: una pluralidad de satélites de comunicación de órbita terrestre baja, en el que cada satélite de comunicación de órbita terrestre baja tiene una pluralidad de satélites de comunicación de órbita terrestre baja adyacentes; una pluralidad de estaciones de cliente terrestres seleccionadas de estaciones de cliente instaladas en tierra, estaciones de cliente móviles, y combinaciones de las mismas; una pluralidad de pasarelas terrestres; una pluralidad de enlaces de comunicación entre dicha pluralidad de satélites de comunicación de órbita terrestre baja y dicha pluralidad de pasarelas terrestres; una pluralidad de enlaces de comunicación entre dicha pluralidad de satélites de comunicación de órbita terrestre baja y dicha pluralidad de clientes terrestres; y una pluralidad de enlaces de comunicación entre satélites entre dichos satélites de comunicación de órbita terrestre baja adyacentes, caracterizado porque cada uno de dicha pluralidad de satélites de comunicación de órbita terrestre baja comprende doce haces orientados a cliente y cuatro haces de enlace entre satélites, y en el que cada uno de dichos doce haces orientados a cliente puede conmutarse de manera dinámica por medio de control de software entre un modo de cliente y un modo de pasarela.

Se definen aspectos adicionales de la invención en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

Ventajas adicionales de la invención resultarán evidentes mediante la referencia a la descripción detallada de las realizaciones preferidas cuando se tiene en consideración junto con los dibujos:

La figura 1 ilustra una realización de la configuración de satélite.

Descripción detallada

La siguiente descripción detallada se presenta para permitir que cualquier experto en la técnica fabrique y use la invención. Con fines de explicación, se exponen detalles específicos para proporcionar un entendimiento exhaustivo de la presente invención. Sin embargo, resultará evidente para un experto en la técnica que no se requieren estos detalles específicos para llevar a cabo la invención. Las descripciones de las aplicaciones específicas se proporcionan solo como ejemplos representativos. Diversas modificaciones de las realizaciones preferidas resultarán evidentes para un experto en la técnica, y los principios generales definidos en el presente documento pueden aplicarse a otras realizaciones y aplicaciones sin alejarse del alcance de la invención. La presente invención no está destinada a limitarse a las realizaciones mostradas, sino que debe estar en consonancia con el alcance más amplio posible consistente con los principios y características dados a conocer en el presente documento.

Se construyó el sistema dado a conocer desde la tierra hacia arriba, en lugar de desde el satélite hacia abajo. Esto significa que se buscó resolver los problemas relacionados con las estaciones de cliente en primer lugar. Las consideraciones fueron tamaño, perfil, redundancia, flexibilidad, fiabilidad y coste. En una primera realización, se diseñó de manera específica una antena de estación de cliente para grandes usuarios tal como se describe en el presente documento:

Tamaño: 40 pulgadas x 40 pulgadas x 4 pulgadas (LxWxH) X 2 (uno transmite y uno recibe)

- Perfil: Se monta plano sobre una superficie plana con un perfil de viento de 4 pulgadas
- Redundancia: Dos sistemas independientes que funcionan en paralelo estando ambos activos en todo momento. Cada uno tiene la capacidad de conectarse a múltiples satélites simultáneamente. Cada uno de ellos puede proporcionar todo el ancho de banda contratado.
- Flexibilidad: Soporta múltiples protocolos de datos y esquemas de codificación. Tal como TCP/IP y DBV-x. Capacidad de rastrear múltiples satélites al mismo tiempo.
- Fiabilidad: Sin motores, correas, engranajes o incluso BUC. Simplemente sin partes móviles.
- Coste: < \$50.000
- Capacidad: Hasta 2 Gb por haz. Múltiples haces disponibles.

5 La antena proporciona ventajas significativas con respecto a otras antenas de estación de cliente, porque tiene una gran capacidad, y es significativamente menos costosa que conjuntos u otras antenas que se usan normalmente. Además, tiene un bajo aporte con respecto al viento y puede conectarse a múltiples satélites simultáneamente. Las antenas son dos sistemas independientes que funcionan en paralelo para proporcionar redundancia.

10 Entonces, se buscó resolver los problemas del rendimiento y coste por megabit. El sistema se diseñó con las siguientes especificaciones, pero debe apreciarse que esta es solo una realización de funcionamiento, y que determinadas variaciones y alternativas se encuentran dentro del alcance de esta divulgación.

Latencia

15 Al comprender que la latencia es el mayor factor en el rendimiento (además del ancho de banda bruto) se diseñó el sistema con un factor de latencia de <50ms. Esto permite un nivel de rendimiento que no solo superará los requisitos actuales, sino que también será adecuado para funcionar correctamente con Internet y los sistemas durante muchos años de aquí en adelante. Se logra una baja latencia usando una órbita baja de 1000 millas en lugar de 22.000 millas usadas normalmente por otros satélites de comunicación MEO o GEO.

20 Rendimiento

25 Tras haber hecho referencia al problema de la latencia, el sistema superará a un sistema GEO por un factor de 50 a 1. Superará a un sistema MEO por un factor de 10 a 1. Esto también está directamente relacionado con los costes. La diferencia de rendimiento significa que un cliente tendría que abonarse a un alto múltiplo de ancho de banda de uno de los otros sistemas para recibir la misma experiencia de usuario de una velocidad de ancho de banda mucho más baja del presente sistema. Otra diferencia significativa en el presente sistema y los sistemas actuales es que el presente servicio ofrece un ancho de banda síncrono. Las presentes velocidades de subida son las mismas que las presentes velocidades de bajada. Esto comportará una enorme diferencia en la capacidad de los clientes de mantener los servidores, el correo electrónico y el vídeo mediante estas conexiones.

30 Lo anterior también será un beneficio bien recibido para operadores móviles tales como líneas de crucero con sus necesidades de datos administrativos y exploración del campo del petrolífero con sus subidas de datos recogidos y monitorización en vídeo en tiempo real de zonas remotas.

35 En resumen, LeoSat será la primera sociedad en ofrecer una combinación única de latencia más baja, altas velocidades que pueden usarse realmente con precios muy atractivos y alcance global real. La capacidad del satélite de descargar toda la capacidad de los máximos enlaces de cliente por medio del ISL es extremadamente importante dado que aporta flexibilidad, evita la saturación de satélite y puede usar pasarelas remotas para dar servicio a zonas difíciles.

40 Precios

45 El sistema se diseñó para permitir la compra del ancho de banda de núcleo de ubicaciones estratégicamente ubicadas en donde existe una importante competición por proveedores de esqueleto de Internet. Al usar la competición entre los proveedores de esqueleto se tendrá acceso al precio más bajo del mercado.

50 La flexibilidad que se construye en el presente diseño permite que sea posible que compitan las ubicaciones de núcleo incluso entre sí para el coste más bajo del esqueleto de Internet. Los precios propuestos a los clientes se basarán en una caudal mínimo de información garantizado (CIR) de ancho de banda con ningún tope de uso mensual u otros costes añadidos. Por tanto, el uso continuo no supondrá un problema. El uso del ancho de banda se monitorizará y registrará con estadísticas de uso disponibles en cualquier momento. Si un cliente está llegando a su nivel de ancho de banda máximo, puede aumentar un ancho de banda adicional según sea necesario para satisfacer la demanda. Incluso se ofrecerán programas en los que el ancho de banda puede ajustarse en un calendario de temporada alta y temporada baja. Debe apreciarse que el presente diseño no

requiere “añadir un transpondedor” o cualquier límite de este tipo. El presente diseño se suministra mediante ajustes de software por el cliente que pueden cambiarse de manera remota. No se requiere ni equipo ni una visita al sitio adicionales.

5 Cobertura

La cobertura será a nivel internacional real. Podrá suministrarse la misma calidad y cantidad de ancho de banda a cualquier cliente independientemente de su ubicación. Tal gran cobertura se logra usando 64 satélites en patrones de órbita solapantes que pueden comunicarse entre sí. En una realización, el patrón de órbitas de satélites puede describirse como una roseta doble para garantizar la cobertura solapante.

Sin antenas mecánicas

Tal como se describió anteriormente, las presentes antenas de cliente no presentan partes móviles ni partes que deban cambiarse. Si una falla, ya existe otra redundante funcionando que puede suministrar el ancho de banda completo. Adicionalmente, en caso de un fallo, un cambio es extremadamente sencillo. No existe una “orientación” real de la antena, simplemente extracción y sustitución.

Costes de la estación de cliente

Se ha establecido como objetivo que el mayor ancho de banda de la estación de cliente cueste menos de \$40.000 con una redundancia total. Otras estaciones de cliente portátiles y pequeñas sin redundancia se espera que cuesten aproximadamente \$20.000. Estos costes son significativamente inferiores a los de otros proveedores de comunicación de satélite.

Redundancia

El nuevo sistema es completamente redundante. Las antenas son redundantes, las radios y todo el equipo de soporte se instala con redundancia en su sitio.

Cumplimiento de los requisitos del cliente

La experiencia del cliente con el nuevo sistema será muy parecida a su experiencia con el uso de Internet en redes terrestres. El rendimiento estará a la par con conexiones proporcionadas por telecomunicaciones a las oficinas. Conexiones “siempre activadas”.

Comparación del sistema

Aspectos de funcionamiento	GEO	MEO	Centralidad de Ti
Latencia	500ms	130ms	50 ms
Rendimiento de IP a 50Mb	1 Mb	1,7 Mb	37 Mb
Precio	+ de \$750 por Hz/Mb	+ de \$800 por Hz/Mb	+ de \$800 por Hz/Mb (est.)
Cobertura	35° a 45° del ecuador	35° a 45° del ecuador	A nivel internacional
Antena mecánica	1 o 2	2 mínimo	Ninguna
Coste de estación de cliente	+ de \$150.000	+ de \$450.000	<\$50.000
Redundancia	Dentro de la banda Ku	No totalmente redundante	Totalmente redundante
Vendida con	Ancho de banda + límites	Ancho de banda + límites	Ancho de banda sin límites

El diagrama de comparación no logra captar algunos de los beneficios del sistema descrito en el presente documento con respecto a los sistemas actuales. La capacidad de los clientes para el disfrute de una conexión siempre activada y unas velocidades de subida iguales no debería ignorarse. Las diferencias de rendimiento no solamente resultan importantes hoy en día, sino que seguirán convirtiéndose en cada vez más importantes en el futuro dado que todo aumenta su velocidad. Los sistemas actuales con un problema de latencia significativo plantean un problema de crecimiento que solo resultará peor con el tiempo.

Debe apreciarse que la invención dada a conocer puede tener muchas aplicaciones diferentes, que incluyen, pero no se limitan a las siguientes:

1) Marítima, que incluye, pero no se limita a cruceros, embarcaciones comerciales, ferris y posibles contratos militares.

- 2) Exploración y producción petrolíferas. Tanto terrestres como marítimas.
- 5 3) Naciones insulares, escuelas, telemedicina, servicios gubernamentales con ubicación remota y alimentación para proveedores de internet con instalación terrestre.
- 4) Regiones del norte y sur extremas que están desprovistas de justificación económica para fibra y no reciben servicio por soluciones satelitales actuales.
- 10 5) Todos los clientes que usan satélite actualmente, pero que necesitan un aumento de ancho de banda simétrico o de alta velocidad. Medios de comunicación y cualquier organización que produce muchos datos en lugares remotos.
- 15 6) Todos los clientes para los que es necesario una operación o monitorización remota en tiempo real de equipo en ubicaciones remotas.
- 7) Equipos de respuesta a emergencias a nivel internacional. Una estación de cliente completa que tendrá la capacidad de suministrar una red de esqueleto a alta velocidad real en cualquier lugar del mundo. La estación de cliente pesará menos de 200lbs y requerirá menos de 800 watts de potencia. Los servicios tanto telefónicos como de datos se establecerán sobre un enlace común.
- 20 8) Clientes de actividades económicas que requieren la conectividad de red comercial más segura del mundo.
- 9) Naciones insulares que buscan una conectividad de esqueleto a alta velocidad para sus servicios.
- 25 También debe apreciarse que la invención dada a conocer proporciona las siguientes ventajas con respecto a la técnica anterior:
- 1) El sistema usa la alta velocidad y el gran ancho de banda de la banda Ka en un sistema LEO. Una banda KA es de alta frecuencia, por lo que es más susceptible de humedecer.
- 30 2) Interconectar una constelación de satélites junto con capacidades de datos de alto rendimiento usando técnicas de enrutado de baja latencia.
- 35 3) Debido al diseño del sistema podrán colocarse estaciones terrestres en las ubicaciones más beneficiosas económicamente para compras de ancho de banda de Internet al por mayor, por ejemplo, en esqueletos internos.
- 40 4) Reduce significativamente la latencia y aumentar, de ese modo, significativamente el rendimiento del ancho de banda.
- 5) Introduce un nuevo diseño de estación de cliente que solventará muchos de los problemas con las estaciones de cliente existentes. (por ejemplo: tamaño, mantenimiento, partes móviles, requisitos de potencia)
- 45 6) Es el primer y único sistema de satélite comercial de alto rendimiento de ancho de banda total a nivel mundial verdadero utilizado.
- 7) Es el cliente encriptado más seguro para encriptar redes de datos no militares de clientes en el mundo. Dado que el sistema emplea el uso de transporte independiente de protocolo (conmutación de etiquetas multiprotocolo (MPLS)), puede transmitir de manera segura múltiples flujos de datos sin comprometer la seguridad.
- 50 8) Es el primer gran ancho de banda que muchos se encontrarán en zonas al norte/sur lejanas y en el medio del océano. El ancho de banda es de hasta 1,2 Gb.
- 55 9) Cualquier estación de cliente también puede ser una pasarela.
- 10) Es la primera red de MPLS en el espacio.

60 Detalles técnicos

Enrutado de satélite

65 La figura 1 ilustra la arquitectura de "tubo doblado" usada en la gran mayoría de todas las implantaciones de satélite de la técnica anterior. Este es el caso en el que el satélite no es más que un relé desde una perspectiva de enrutado. Los datos se envían al satélite procedentes del cliente, solo para retransmitirse de vuelta a una pasarela conectada a Internet o red privada. Ha existido de muy poco a ningún procesamiento en cuanto a

enrutado en relación con los satélites.

Recientemente, ha habido algunas implantaciones de en lo que en términos de la industria de los satélites se denomina red de "malla". Esto permite que las estaciones de cliente que se encuentran en el mismo satélite se envíen datos directamente entre sí. Esto se logró colocando los dispositivos de enrutado en las estaciones de cliente y usando aún el satélite como un relé. Sin embargo, no existe ninguna facilidad para aquellos clientes que no se encuentran en el mismo satélite.

El único enrutado adicional que se está produciendo actualmente en satélites comerciales se realiza en el sistema Iridium. El sistema Iridium es muy similar a un sistema de telefonía celular, solo que en el cielo. Enruta llamadas de teléfono celular procedentes del teléfono del usuario a la pasarela más cercana por medio de enlaces entre satélites (ISL). También enruta datos muy pequeños usando la misma metodología. El sistema Iridium se limita al enrutado de sus datos (llamadas) en los mismos métodos en los que se enrutan las llamadas celulares en sistemas con base terrestre.

En realidad, otros métodos conocidos anteriores no transmiten a las velocidades promocionadas. Por ejemplo, O3B reivindica que transmite 84 Gb pero, en realidad, solo transmite a 19,2 Gb porque los datos, en realidad, no se están enrutando.

Algunas de las implementaciones más nuevas y más avanzadas de sistemas de satélite padecen la incapacidad de mover sus datos de clientes fuera de sus satélites. Un caso concreto es O3B. Aunque reivindican un rendimiento de 84 Gb en su constelación de 8 satélites, en realidad, solo tienen un rendimiento máximo de 19,2 Gb. Cada uno de los satélites de O3B tiene 10 haces de cliente y 2 haces de pasarela. Aunque los haces de cliente pueden tener hasta un máximo de $10 \times 1,2 \text{ Gb} = 12 \text{ Gb}$ cada satélite, solo pueden obtener $2 \times 1,2 \text{ Gb} = 2,4 \text{ Gb}$ de lo anterior en sus pasarelas. De modo que el rendimiento real es de solamente 2,4 Gb por satélite. Dicho de otro modo, un máximo de 2,4 Gb disponibles por 1/8 de la tierra. Es importante observar que O3B no es un caso aislado cuando afirma que la suma de sus haces de cliente es su "rendimiento" de satélite. Por desgracia, es una práctica habitual en la industria.

Se reconoció durante la fase de diseño de su nuevo sistema que era necesario un nuevo enfoque con respecto al movimiento de datos dentro y fuera de los satélites porque los métodos de la técnica anterior no eran capaces de lograr el alto rendimiento requerido.

El método dado a conocer en el presente documento utiliza un enfoque diferente con cada satélite que tiene el mismo número de haces orientados a cliente, pero que incorpora cuatro (4) enlaces entre satélites (ISL) por satélite y que implementa una red de malla inteligente completamente gestionada entre los satélites, pasarelas y clientes. Los satélites de la técnica anterior no tienen ninguna capacidad de procesamiento real. Al incorporar tales capacidades de procesamiento se añaden unos requisitos de potencia, pesos, y otras limitaciones significativas, pero se realiza para maximizar el rendimiento de la red. Los cuatro (4) ISL serían uno para el satélite enfrente, uno para el trasero, uno para el izquierdo y uno para el derecho. El ISL utilizará, preferiblemente, una mayor frecuencia que permite unas transferencias de mayores anchos de banda entre los satélites. En una realización preferida, ese enlace entre satélites (que se encuentran alejados, aproximadamente, de 1500 a 1600 millas) es un enlace de 40GHz.

Un aspecto único del presente sistema es que cada uno de los haces de cliente puede estar configurado de manera dinámica como un cliente y/o pasarela a través de software. Los sistemas de la técnica anterior no eran capaces de conmutar de manera dinámica entre pasarela y modo de cliente cuando el satélite coincide con la red terrestre. Como resultado, el sistema puede ubicar los recursos según sea necesario para reducir cualquier obstáculo con respecto a la tierra. Las pasarelas pueden activarse y desactivarse según dicte la demanda.

En una realización, la MPLS se usa como el protocolo de transporte de datos. Al usar MPLS pudieron crearse circuitos de extremo a extremo a través cualquiera de los enlaces, MPLS también permite que la red soporte clientes basados en circuitos y clientes de conmutación de paquetes en la misma red al mismo tiempo. De modo que un banco, por ejemplo, puede tener una red privada independiente con sus sucursales y cajeros automáticos en lugar de usar internet. En este momento, la MPLS podría parecer un buen candidato para la lógica de transporte, sin embargo, también pueden usarse otros protocolos de transporte.

Los procesadores integrados en el satélite se usan para ayudar a gestionar la red. En una realización preferida, la red puede estar basada en normativas en un método de "puntuación de costes". La puntuación de costes puede promediarse mediante latencia, costes de ancho de banda en las pasarelas, restricciones regionales, contadores de saltos y cualquier número de factores adicionales. Normalmente, la gestión de la red será automática, sin embargo, puede modificarse temporalmente mediante operadores de red para funcionar en base a inconvenientes o problemas. La interconexión tendrá un mecanismo "a prueba de fallos" que permitirá que se reseteen o vacíen todas las tablas en el caso de un mal funcionamiento. Las copias de las tablas se copiarán de manera rutinaria con respecto a las pasarelas y los propios satélites.

Aunque se reconoce que hay una preocupación con la existencia de un procesamiento crítico que tiene lugar en los satélites, se incorporan varias técnicas a prueba de fallos en el diseño para asegurar el control del procesamiento.

- 5 Este sistema proporciona la flexibilidad dinámica de transporte de datos que se esperaba de redes gestionadas de manera profesional. Con la capacidad de garantizar un ancho de banda, un rendimiento y una seguridad, esta red satelital establecerá un nuevo estándar sobre cómo se transportan y se manipulan los datos por una red satelital. La enorme flexibilidad permitirá que las operaciones desarrollen conjuntos de características que resulten atractivos para las necesidades del cliente en los años venideros, al tiempo que también mantendrá los
10 costes bajo control.

Ejemplos de uso:

- 15 Si una sociedad de exploración petrolífera en el Golfo de México quisiera instituir nuevas medidas y controles en tiempo real en sus operaciones con plataformas petrolíferas y monitorizarlas/controlarlas desde Houston, puede dotarse a estas de enlaces directos desde la plataforma petrolífera hasta las sedes centrales. De manera completamente segura, sin necesitar pasarelas.

- 20 Si determinados operadores de cruceros quisieran llevar una gestión en la nube de sus flotas y servicios hoteleros, no solamente se les puede interconectar en conjunto en una nube de alto rendimiento, sino que también se les pueden proporcionar servicios de emparejamiento con todas las partes de manera completamente segura, sin necesitar pasarelas.

- 25 Si un banco internacional quiere conexiones completamente seguras con respecto a determinadas operaciones bancarias adicionales a nivel internacional, se les puede proporcionar. De manera completamente segura, sin necesitar pasarelas.

- 30 Si una nación insular quiere enlazar sus islas remotas para servicios gubernamentales, de telemedicina, de comunicaciones, escolares e incluso de vídeo, puede suministrarse esa conectividad a un coste muy razonable.

- 35 Se considerará que los términos “que comprende”, “que incluye” y “que tiene”, tal como se usan en las reivindicaciones y la memoria descriptiva en el presente documento, indican un grupo abierto que puede incluir otros elementos no especificados. Se considera que los términos “un”, “una” y las formas en singular de las palabras incluirán la forma en plural de esas mismas palabras, de manera que los términos signifiquen que se proporciona uno o más de algo. El término “uno” o “único” puede usarse para indicar que uno y solo uno está previsto de algo. De manera similar, otros valores enteros específicos, tales como “dos,” pueden usarse cuando está previsto un número específico de cosas. Los términos “preferiblemente”, “preferido”, “se prefiere”, “opcionalmente”, “puede” y términos similares se usan para indicar que un artículo, condición o etapa al que se hace referencia es una característica opcional (no requerida) de la invención.
40

- 45 La invención se ha descrito con referencia a diversas realizaciones y técnicas preferidas y específicas. Sin embargo, debe comprenderse que pueden realizarse muchas variaciones y modificaciones al tiempo que permanece dentro del alcance de la invención. Resultará evidente para un experto habitual en la técnica que los métodos, dispositivos, elementos de dispositivo, materiales, procedimientos y técnicas diferentes a los descritos específicamente en el presente documento pueden llevarse a la práctica de la invención tal como se da a conocer de manera general en el presente documento sin tener que recurrir a una experimentación indebida. Todos los equivalentes funcionales conocidos en la técnica de los métodos, dispositivos, elementos de dispositivo, materiales, procedimientos y técnicas descritos en el presente documento están destinados a estar incluidos por esta invención. Cuando se da a conocer un intervalo, todos los subintervalos y los valores individuales están destinados a estar incluidos. Esta invención no debe verse limitada por las realizaciones dadas a conocer, que incluyen cualquiera mostrada en los dibujos o comentada a modo de ejemplo en la memoria descriptiva, que se proporciona a modo de ejemplo y no de limitación.
50

- 55 Aunque la invención se ha descrito con respecto a un número limitado de realizaciones, los expertos en la técnica, que tienen los beneficios de esta divulgación, apreciarán que pueden concebirse otras realizaciones que no se alejan del alcance de la invención tal como se da a conocer en el presente documento. Por consiguiente, el alcance de la invención solo debe verse limitado por las reivindicaciones adjuntas.

- 60 Todas las referencias en la totalidad de esta solicitud, por ejemplo, documentos de patente que incluyen patentes o equivalentes concedidas o publicadas, publicaciones de solicitudes de patente, y documentos de no patente u otro material fuente, se incorporan a modo de referencia en el presente documento en su totalidad, aunque se incorporen de manera individual a modo de referencia, dado que cada referencia es al menos parcialmente inconsistente con la divulgación en la presente solicitud (por ejemplo, una referencia que es parcialmente inconsistente se incorpora como referencia excepto la parte parcialmente inconsistente de la referencia).
65

REIVINDICACIONES

1. Sistema para el enrutado de datos entre redes instaladas en tierra y satélites, comprendiendo el sistema:

5 una pluralidad de satélites de comunicación de órbita terrestre baja, en el que cada satélite de comunicación de órbita terrestre baja tiene una pluralidad de satélites de comunicación de órbita terrestre baja adyacentes;

una pluralidad de estaciones de cliente terrestres seleccionadas de estaciones de cliente instaladas en tierra, estaciones de cliente móviles, y combinaciones de las mismas;

10 una pluralidad de pasarelas terrestres;

una pluralidad de enlaces de comunicación entre dicha pluralidad de satélites de comunicación de órbita terrestre baja y dicha pluralidad de pasarelas terrestres;

15 una pluralidad de enlaces de comunicación entre dicha pluralidad de satélites de comunicación de órbita terrestre baja y dicha pluralidad de clientes terrestres; y

20 una pluralidad de enlaces de comunicación entre satélites entre dichos satélites de comunicación de órbita terrestre baja adyacentes;

25 estando el sistema caracterizado porque cada uno de dicha pluralidad de satélites de comunicación de órbita terrestre baja comprende doce haces orientados a cliente y cuatro haces de enlace entre satélites, y en el que cada uno de dichos doce haces orientados a cliente puede conmutarse de manera dinámica por medio de control de software entre un modo de cliente y un modo de pasarela.

2. Sistema según la reivindicación 1, en el que cada satélite de comunicación de órbita terrestre baja tiene hasta cuatro satélites de comunicación de órbita terrestre baja adyacentes.

30 3. Sistema según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de enlaces de comunicación entre dicha pluralidad de satélites de comunicación de órbita terrestre baja y dicha pluralidad de clientes terrestres se facilita mediante un haz orientado hacia el cliente ubicado en uno de dicha pluralidad de satélites de comunicación de órbita terrestre baja.

35 4. Sistema según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de enlaces de comunicación entre dicha pluralidad de satélites de comunicación de órbita terrestre baja y dicha pluralidad de clientes terrestres se facilita por al menos un haz orientado hacia el cliente ubicado en uno de dicha pluralidad de satélites de comunicación de órbita terrestre baja y al menos un enlace de comunicación entre satélites entre dos satélites de comunicación de órbita terrestre baja adyacentes.

40 5. Sistema según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de enlaces de comunicación entre dicha pluralidad de satélites de comunicación de órbita terrestre baja y dicha pluralidad de clientes terrestres se facilita por al menos un haz orientado hacia el cliente ubicado en uno de dicha pluralidad de satélites de comunicación de órbita terrestre baja, al menos un enlace de comunicación entre satélites entre dos satélites de comunicación de órbita terrestre baja adyacentes, y al menos un haz orientado hacia pasarela ubicado en otro de dicha pluralidad de satélites de comunicación de órbita terrestre baja.

45 6. Sistema según la reivindicación 1, en el que dicha pluralidad de satélites de comunicación de órbita terrestre baja comprende al menos un procesador integrado para la gestión de la red.

50

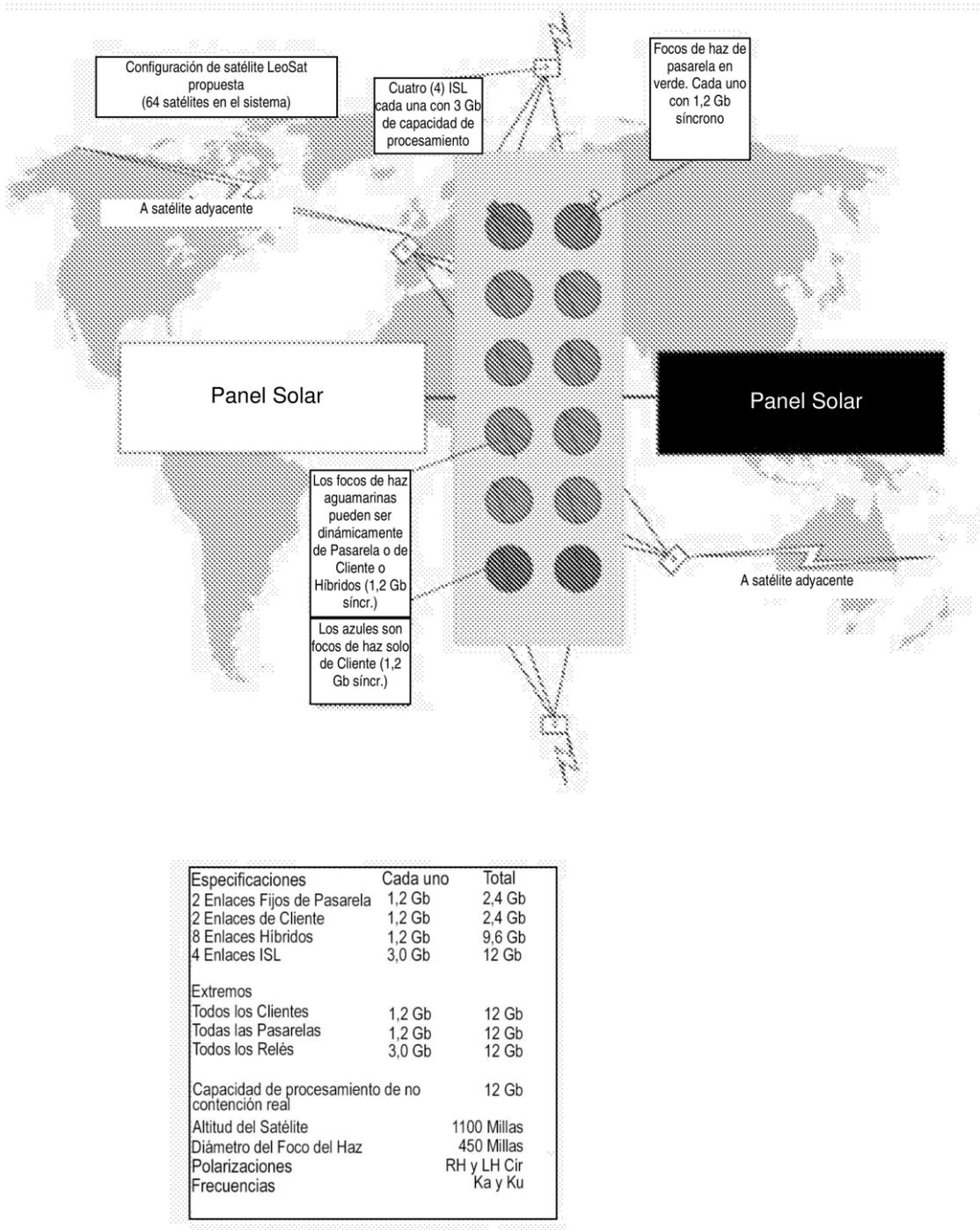


FIG. 1