

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 626**

51 Int. Cl.:

H04B 7/185 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2014** **E 14305369 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.02.2017** **EP 2919395**

54 Título: **Carga útil flexible para satélite con medios para generar un agujero espectral en el ancho de banda de la señal principal de enlace ascendente para minimizar la interferencia**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.06.2017

73 Titular/es:

EUTELSAT S.A. (100.0%)
70, rue Balard
75015 Paris, FR

72 Inventor/es:

AMOS, SONYA y
FENECH, HECTOR

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 619 626 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

Carga útil flexible para satélite con medios para generar un agujero espectral en el ancho de banda de la señal principal de enlace ascendente para minimizar la interferencia

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a una carga útil flexible y a un método para reconfigurar una carga útil flexible en caso de interferencia.

Antecedentes

10 Es conocido que los satélites incluyen dos subsistemas: la plataforma y la carga útil. La plataforma soporta la carga útil. Típicamente, la carga útil se diseña con una misión específica en mente. Una carga útil de comunicación típicamente incluye varios transpondedores que reciben la señal de enlace ascendente y transmiten la señal de enlace descendente. Por consiguiente, la frecuencia de recepción, el ancho de banda y la frecuencia de transmisión de los transpondedores se fijan todos durante la fase de diseño del satélite, típicamente varios años antes de entrar en servicio. La carga útil se 'congela' entonces en su diseño en la etapa de contrato, a menos que se haya previsto concretamente un cambio.

15 Durante la vida útil de un satélite, sin embargo, la evolución de los paisajes empresariales y políticos, el surgimiento de nuevas tecnologías y aplicaciones, o incluso un cambio de la ubicación orbital o del propietario, pueden alterar las necesidades operativas de la carga útil. Siendo la vida útil esperada de los satélites comerciales actuales superior a 15 años, la capacidad de adaptarse a estas necesidades cambiantes sería muy ventajosa. En el entorno actual, la flexibilidad en el nivel de la carga útil se está convirtiendo en una solución más atractiva. A medida que la tecnología avanza, son cada vez más evidentes soluciones más rentables. Este es, concretamente, el caso de las soluciones que deben combatir la creciente amenaza de las interferencias. Puesto que los operadores no tienen conocimiento previo de dónde, cuándo o a qué frecuencia se podría observar la interferencia, se requiere una solución de carga útil flexible para minimizar el impacto de la interferencia en el funcionamiento.

20 Existen una variedad de enfoques que proporcionan flexibilidad en órbita y que pueden combatir el impacto de la interferencia en sistemas de satélites: por ejemplo, la carga útil puede comprender hardware ajustable, tal como una antena dirigitiva, antenas activas que pueden reconfigurar su cobertura o hardware permitiendo modificar la respuesta de frecuencia para combatir la señal interferida.

25 Sin embargo, las soluciones conocidas requieren una cantidad importante de hardware adicional para habilitar el encendido de sistemas en caso de interferencia. Dado que el espacio es limitado en los satélites, esto a menudo puede restringir la misión general.

30 Otro enfoque para combatir la interferencia es diseñar un área dentro de la cual se podría prever la interferencia y por lo tanto rechazarla. Esta región podría ser potencialmente muy grande, ya que no se tiene conocimiento previo del evento. Esto puede elevar significativamente las restricciones de diseño y afectar potencialmente al rendimiento. Este enfoque prudente de diseñar para un escenario envolvente suele tomarse cuando en la realidad la interferencia se producirá desde una pequeña zona dentro de esta región.

35 Además, las soluciones de interferencia proporcionadas en la técnica anterior se centran en rechazar la señal de interferencia, de manera que los canales afectados, típicamente, se suprimen.

Véase el documento US-A-6 275 188 B1 (Chen).

Características de la invención

40 La presente invención tiene por objeto proporcionar una carga útil flexible que se puede reconfigurar en el caso de interferencia con un impacto mínimo en las señales de enlace ascendente y de enlace descendente.

Otro objetivo de la invención es proporcionar una carga útil flexible que se pueda reconfigurar sin necesidad de hardware adicional mediante flexibilidad incorporada.

45 Otro objetivo es proporcionar una disposición simple y eficiente que permita la flexibilidad en órbita, capaz de proporcionar un plan de frecuencia dinámico en el caso de una interferencia combinada con una capacidad de reconfiguración flexible de la cobertura.

50 La solución proporcionada en esta memoria utiliza encastrado de canal para filtrar el espectro que ha sido interferido, y lo combina con un haz aislado espacialmente que está formado por una antena reconfigurable para evitar el área de cobertura que ha sido interferida. Esto permite que la misión principal sea operada con un impacto mínimo, a la vez que se configura un haz que aísla la ubicación de donde proviene la interferencia.

Se utilizan filtros para proporcionar flexibilidad a la carga útil y proporcionar aislamiento espectral. En combinación con esto, se utiliza una antena reconfigurable para proporcionar un haz reconfigurable. La antena reconfigurable se

utiliza para recuperar la señal en la frecuencia interferida, a la vez que se evita la ubicación de la interferencia. Por lo tanto, la solución proporciona tanto aislamiento espectral como espacial.

Más precisamente, un primer aspecto de la invención se refiere a una carga útil flexible para satélite que comprende:

- 5 - medios de antena de enlace ascendente principales, configurados para recibir al menos una señal principal de enlace ascendente sobre un área de cobertura principal;
- medios de antena reconfigurable de enlace ascendente, configurados para recibir una señal complementaria de enlace ascendente sobre un área de cobertura complementaria;
- medios de control, configurados para definir la cobertura complementaria de la antena de los medios de antena reconfigurable de enlace ascendente;
- 10 - medios de conversión ágiles configurados para generar un agujero espectral en el ancho de banda de la señal principal de enlace ascendente.

La invención combina entonces el aislamiento espacial con el aislamiento espectral, con el fin de minimizar el impacto de la interferencia en la misión del satélite. De hecho, la carga útil flexible comprende medios de filtro ágiles que proporcionan encastrado de canal para filtrar el espectro que ha sido interferido y medios de antena reconfigurable de enlace ascendente para recuperar la señal a la frecuencia interferida, evitando al mismo tiempo el área de cobertura que está interferida. Al utilizar los medios de antena reconfigurable de enlace ascendente no solo utilizamos la carga útil para operar a la frecuencia central necesaria del canal, sino que se emplean en conjunción con un área de cobertura flexible, reconfigurada en órbita en respuesta directa a la ubicación de la interferencia. Esto permite modificar la cobertura de modo que, en el ancho de banda estrecho, el operador pueda transmitir señales de enlace ascendente cuando sea necesario, aislando a la vez la ubicación del bloqueo. Al mismo tiempo, la cobertura original se mantiene en el ancho de banda ancho, con la excepción de la banda de frecuencia que ha sido interferida. Esta configuración proporciona, por lo tanto, aislamiento espectral, transfiriendo el canal interferido a los medios de antena reconfigurable de enlace ascendente, y aislamiento espacial, reconfigurando el haz. Debe tenerse en cuenta que el diseño de carga útil flexible es una solución atractiva sin la aparición de un escenario de interferencia. La ventaja clara clara adicional de la mitigación de la interferencia es, por lo tanto, una perspectiva atractiva para los operadores del satélite. La carga útil flexible de acuerdo con la invención puede comprender también una o varias de las siguientes características, tomadas individualmente, o de acuerdo con todas las posibles combinaciones técnicas.

De acuerdo con una realización, los medios de conversión ágiles comprenden:

- 30 - medios de división, configurados para separar la señal principal de enlace ascendente en al menos dos bandas;
- medios de reducción de frecuencia, configurados para convertir la frecuencia de todas las señales recibidas por los medios de antena de enlace ascendente a una frecuencia intermedia común;
- medios de filtros reconfigurables, configurados para ajustar la frecuencia central y el ancho de banda de cada banda.
- 35 La frecuencia intermedia común también puede denominarse banda base.

De acuerdo con una realización, la carga útil flexible comprende, además:

- al menos un medio de antena de enlace descendente y, preferiblemente, al menos dos medios de antena de enlace descendente;
- 40 - medios de matriz de conmutación de enlace descendente, configurados para conectar cualquier par de medios de antena de enlace ascendente y de enlace descendente del satélite.

Ventajosamente, la carga útil flexible comprende además medios de aumento de frecuencia, configurados para convertir las señales a la frecuencia intermedia común en señales a una frecuencia a transmitir por los medios de antena de enlace descendente.

De acuerdo con diferentes realizaciones, la matriz de conmutación de enlace descendente puede funcionar bien a una frecuencia intermedia o a la frecuencia intermedia común.

De acuerdo con una realización, la carga útil flexible comprende medios de amplificación flexibles, configurados para asignar potencia de manera flexible a los diferentes medios de antena de enlace descendente.

De acuerdo con una realización preferida, los medios de antena reconfigurable de enlace ascendente comprenden una antena reconfigurable de red en fase.

Otra realización podría ser un enfoque de haz puntual fijo, en la que los haces puntuales se conmutan saliendo y entrando dependiendo de la ubicación de la interferencia.

5 Un segundo aspecto de la invención se refiere a un método para reconfigurar una carga útil flexible para satélite de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en caso de interferencia, teniendo la interferencia una frecuencia de interferencia sobre un área de cobertura interferida, comprendiendo el método las siguientes etapas:

- recibir una señal principal de enlace ascendente sobre un área de cobertura principal, teniendo la señal principal de enlace ascendente un ancho de banda de frecuencia;

- formar una señal de encastrado generando un agujero espectral en el ancho de banda de la señal principal de enlace ascendente, generándose el agujero espectral para incluir la frecuencia de la interferencia;

10 - definir el área de cobertura complementaria para que corresponda con el área de cobertura principal sin el área de cobertura interferida;

- recibir una señal complementaria de enlace ascendente con los medios de antena reconfigurable de enlace ascendente;

15 - formación una señal de enlace descendente basada en la señal de encastrado y en la señal complementaria de enlace ascendente.

Por ello, el método propone entonces combinar:

- un filtro espectral de la señal principal de enlace ascendente, para mantener en el área de cobertura principal el ancho de banda ancho de la señal principal de enlace ascendente, con la excepción de una banda de frecuencia interferida que comprende la frecuencia interferida; y

20 - un filtro espacial, para tener una señal complementaria de enlace ascendente que comprenda la banda de frecuencias interferida, sobre el área de cobertura principal con la excepción del área de cobertura interferida.

El método de acuerdo con la invención puede comprender también una o varias de las siguientes características, tomadas individualmente o de acuerdo con todas las combinaciones técnicas posibles.

De acuerdo con una realización, la etapa de formar la señal de encastrado comprende las siguientes etapas:

25 - separar el ancho de banda de la señal principal de enlace ascendente en al menos dos bandas completas;

- dividir cada banda completa en una primera y una segunda subbandas;

- ajustar la frecuencia central y el ancho de banda de cada subbanda para excluir la frecuencia de interferencia de cada subbanda.

30 En otras palabras, la primera subbanda se filtra de manera que la primera subbanda presente un borde de tope por debajo y contiguo a la frecuencia de interferencia, mientras que la segunda subbanda se filtra de manera que la segunda subbanda presente un borde inicial por encima y contiguo a la frecuencia de interferencia.

Cada banda completa presenta un ancho de banda de 250 MHz, a modo de ejemplo.

35 El ancho de banda del agujero espectral depende de las realizaciones y de la interferencia. Solo al nivel del aislamiento espectral, es ventajoso mantener el agujero lo más pequeño posible, y limitado al tamaño del ancho de banda de la interferencia con el fin de restringir el impacto sobre la operación retenida.

De acuerdo con una realización, la etapa de combinar la señal de encastrado y la señal complementaria de enlace ascendente comprende una etapa de convertir la frecuencia de la señal de encastrado y de la señal complementaria de enlace ascendente a una frecuencia intermedia común.

40 De acuerdo con una realización, la señal complementaria de enlace ascendente se filtra para presentar un ancho de banda correspondiente al agujero espectral generado en el ancho de banda de la señal principal de enlace ascendente que ahora se amplía para incluir la señal de enlace ascendente deseada completa a la frecuencia de la interferencia, en oposición a lo limitado para rechazar la interferencia. Esto se utiliza entonces junto con la antena de enlace ascendente que proporciona el aislamiento espacial.

Breve descripción de los dibujos

45 La figura 1 representa un diagrama de bloques de un transpondedor de la técnica anterior.

La figura 2 representa un diagrama de bloques de una carga útil flexible de la técnica anterior.

La figura 3 representa un plan de frecuencia de enlace ascendente simplificado con centro de canal variable de una carga útil flexible de acuerdo con una realización de la invención.

Las figuras 4a, 4b, 4c representan áreas de cobertura de una carga útil flexible de acuerdo con una realización de la invención.

- 5 La figura 5 representa un diagrama de bloques de una carga útil flexible de acuerdo con una realización de la invención.

Descripción detallada

10 La figura 1 representa un transpondedor de la técnica anterior. Dicho transpondedor comprende clásicamente una antena de enlace ascendente 4, un amplificador de bajo ruido (LNA) 5, un convertidor 1, un filtro de entrada o desmultiplexador 2a, una cadena de amplificación 3, que incluye un amplificador de canal 3a y un amplificador de alta potencia (HPA – High Power Amplifier, en inglés) 3b, un filtro de salida o multiplexador 2b y una antena de enlace descendente 15.

15 La figura 2 representa una carga útil típica de satélite de la técnica anterior. Dicha carga útil de satélite comprende en general transpondedores que forman canales de comunicación entre las antenas de enlace ascendente 4 y de enlace descendente 15. Las antenas de enlace ascendente y de enlace descendente 4, 5 forman los patrones de cobertura para un área de servicio definida que se combinan para todos los canales de comunicación para formar la misión de comunicación del satélite. Por lo tanto, cada misión de comunicación típicamente tiene un múltiplo de transpondedores que transmiten y reciben un número de canales de comunicación.

20 Una carga útil flexible de acuerdo con una realización de la invención se representa en la figura 5. La figura 5 muestra una carga útil que utiliza una polarización para el enlace ascendente y una polarización para el enlace descendente, pero la carga útil típicamente aprovecha ambas polarizaciones en enlace ascendente y enlace descendente.

La carga útil flexible comprende al menos un transpondedor por cada misión de comunicación S1, S2, S3.

25 Cada misión de comunicación S1, S2, S3 comprende medios principales de antena de enlace ascendente 4 que permiten recibir una señal principal de enlace ascendente emitida sobre un área de cobertura principal

En cada misión de comunicación S1, S2, S3, cada transpondedor S1T1, S1T2, S1T3 comparten una antena común de enlace ascendente.

30 Cada transpondedor S1T1, S1T2, S1T3 comprende además medios de amplificación 5 de bajo ruido. Cada transpondedor S1T1, S1T2, S1T3 comprende además medios de conversión ágiles configurados para operar sobre el ancho de banda de los transpondedores en funcionamiento.

Con ese propósito, el medio de conversión ágil comprende preferiblemente medios divisores 6 configurados para separar el ancho de banda de la señal principal de enlace ascendente en al menos dos bandas completas de 250 MHz y, a continuación, dividir cada banda completa en una primera y una segunda subbandas SA11 ... SB33, como se representa en la figura 3.

35 Cada medio de conversión ágil comprende además medios de reducción de frecuencia 7 configurados para convertir la frecuencia de cada subbanda a una frecuencia intermedia común.

40 La carga útil flexible comprende además medios de antena reconfigurable de enlace ascendente 9 configurados para recibir una señal de enlace ascendente desde una zona de cobertura complementaria. Estos medios de antena reconfigurable de enlace ascendente 9 comprenden preferiblemente una antena de red en fase. En una realización, la antena de red en fase es capaz de proporcionar por lo menos dos haces configurados de forma independiente. En este ejemplo se suponen cuatro haces 10. Cada haz 10 permite recibir una señal complementaria de enlace ascendente sobre un área de cobertura complementaria correspondiente. Los haces configurados de manera independiente permiten definir las áreas de cobertura complementarias de los medios de antena reconfigurable de enlace ascendente 9. La carga útil flexible comprende además medios de control que permiten definir el área de cobertura complementaria de los medios de antena reconfigurable de enlace ascendente. Por consiguiente, gracias a los medios de control, es posible configurar desde la tierra cada haz de los medios de antena reconfigurable de enlace ascendente.

45 La carga útil flexible comprende además medios de matriz de conmutación 11 configurados para conectar cualquier par de medios de antena de enlace ascendente y descendente del satélite. Los medios de matriz de conmutación 11 permiten la conectividad entre cualquier par de haces satélite de enlace ascendente y de enlace descendente. Es esencialmente un divisor entre las señales de enlace ascendente en las secciones de enlace descendente requeridas.

- La carga útil flexible comprende además medios de filtro reconfigurable 12 configurados para ajustar la frecuencia central y el ancho de banda de cada subbanda en respuesta a la frecuencia y el ancho de banda de la señal de interferencia.
- 5 La carga útil flexible comprende además medios de combinación 13 configurados para combinar cualquiera de las señales entrantes.
- La carga útil flexible comprende además medios de amplificación flexibles 14 configurados para asignar potencia de forma flexible a los diferentes medios de antena de enlace descendente de acuerdo con las necesidades específicas a través de las diferentes misiones. Con este fin, los medios de amplificación flexibles podrían comprender un amplificador de potencia de múltiples puertos.
- 10 Los medios de filtro reconfigurable 12, los medios de amplificación flexible 14 forman medios de elevación de la frecuencia configurados para convertir la frecuencia intermedia común en la frecuencia de las señales a transmitir por los medios de antena de enlace descendente.
- 15 Cada transpondedor S1T1, S2T2, S3T3 comprende además medios de antena de enlace descendente 15 configurados para transmitir señales de enlace descendente. Al igual que con las señales de enlace ascendente, múltiples transpondedores comparten las antenas de enlace descendente 15 y transmiten múltiples canales de enlace descendente a la cobertura servida por las antenas de enlace descendente.
- Un método de acuerdo con una realización se describirá ahora con referencia a las figuras 3, 4a, 4b, 4c, en el caso de una interferencia que tenga una frecuencia de interferencia f_i sobre un área de cobertura interferida C_i . En el ejemplo siguiente, solo se considera una polarización, pero el mismo método es aplicable con dos polarizaciones.
- 20 Una antena principal de enlace ascendente 4 recibe una señal principal de enlace ascendente, respectivamente S1, emitida sobre un área de cobertura, respectivamente C1, como se representa en la figura 4a.
- La Figura 3 ilustra un plan de frecuencias simplificado para cada señal de enlace ascendente recibida por la carga útil flexible de la Figura 5.
- 25 Tal como se representa, el método comprende primero una etapa de recepción de señales principales de enlace ascendente S1, S2, S3 correspondientes a cada misión que tiene que cumplir la carga flexible.
- A continuación, se amplifica la señal principal de enlace ascendente S1, S2, S3.
- El método comprende después una etapa de formación de una señal de encastrado generando un agujero espectral en cada señal principal de enlace ascendente que ha sido interferida.
- 30 Para ello, la señal de enlace ascendente S1 se separa primero en las bandas B_{11} , B_{12} . De acuerdo con una realización preferida, cada banda presenta un ancho de banda de 250 MHz.
- Cada banda de cada señal de enlace ascendente se separa a continuación preferiblemente en dos subbandas SA_{11} , SB_{11} , SA_{12} , SB_{12} .
- El método comprende a continuación una etapa de conversión de las frecuencias de cada subbanda a una frecuencia intermedia común.
- 35 Utilizando la sección de canalización, la frecuencia central y el ancho de banda de cada subbanda que comprende la frecuencia interferida f_i se ajusta a continuación de manera que la frecuencia interferida f_i está excluida. A continuación, se forma un agujero espectral H1, que incluye la frecuencia interferida f_i .
- Por consiguiente, el método comprende una etapa de filtrado espectral y canalización que permite formar al menos una señal de encastrado en la que se ha formado un agujero espectral alrededor de la frecuencia interferida.
- 40 El método, de este modo, permite la recepción continua de las señales de enlace ascendente S1 desde la cobertura C1 con la excepción de la frecuencia de la señal de interferencia f_i .
- El ejemplo detallado se proporciona para una señal de interferencia desde una posición C_i en una frecuencia de interferencia f_i que interfiere con una señal S1. La solución detallada anteriormente se puede aplicar a un número de señales.
- 45 El método comprende además una etapa de recepción de una señal complementaria de enlace ascendente S_{C1} , S_{C2} , S_{C3} para cada señal principal S1, S2, S3 que ha sido interferida. En esa realización, el método comprende entonces una etapa de recepción de tres señales complementarias de enlace ascendente S_{C1} , S_{C2} , S_{C3} . Para ello, los medios de antena reconfigurable de enlace ascendente están configurados para que puedan recibir señales complementarias de enlace ascendente en áreas de cobertura complementarias. Cada área de cobertura complementaria C_{C1} , C_{C2} , C_{C3} corresponde a un área de cobertura principal, respectivamente C1, C2, C3 sin el área de cobertura interferida C_i . Cada señal complementaria de enlace ascendente S_{C1} , S_{C2} , S_{C3} comprende al menos un
- 50

5 ancho de banda correspondiente al ancho de banda del agujero espectral H1, H2, H3. El agujero es suficientemente ancho para incluir la señal de interferencia y las señales interferidas. Por consiguiente, el método comprende una etapa de filtrado espacial que permite formar al menos una señal complementaria de enlace ascendente sobre un área de cobertura complementaria correspondiente al área de cobertura principal del medio de antena principal de enlace ascendente menos el área de cobertura interferida.

El método puede comprender entonces una etapa de asignar potencia a los diferentes medios de antena de enlace descendente en función de las señales de enlace descendente que se transmitirán.

El método comprende entonces una etapa de transmitir las señales de enlace descendente.

10 Aunque la presente invención se ha descrito en concreto con referencia a las realizaciones preferentes, debería ser fácilmente evidente para los expertos habituales en la técnica que se pueden realizar cambios y modificaciones en forma y detalles sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, incluso si solo se ha considerado una polarización, cada una de las señales de enlace ascendente puede comprender dos polarizaciones. En ese caso, el agujero espectral puede ser de diferente tamaño y ubicación para las dos polarizaciones. Además, en la realización descrita, la carga útil flexible comprende tres medios de antenas principales de enlace ascendente y tres medios de antenas de enlace descendente. No obstante, la invención no se limita a ese número de medios de antenas. En 15 particular, un ejemplo de interferencia de banda de frecuencia particular y sobrecobertura puede realizar el mismo proceso para un número de señales.

REIVINDICACIONES

1. Carga útil flexible para satélite que comprende:
- medios de antena principal de enlace ascendente (4) configurados para recibir al menos una señal principal de enlace ascendente (S1) sobre un área de cobertura principal (C1);
- 5
- medios de antena reconfigurable de enlace ascendente (9) configurados para recibir una señal complementaria de enlace ascendente (S_{C1}) sobre un área de cobertura complementaria (C_{C1});
 - medios de control configurados para definir la zona de cobertura complementaria (C_{C1}) de los medios de antena reconfigurable de enlace ascendente (9), de modo que corresponden a la zona de cobertura principal (C1) sin un área de cobertura interferida (Ci);
- 10
- caracterizada por
- medios de conversión ágiles configurados para generar un agujero espectral (H1) en el ancho de banda de la señal principal de enlace ascendente (S1).
2. Carga útil flexible de acuerdo con la reivindicación anterior, en la que los medios de conversión ágiles comprenden:
- 15
- medios de división (6) configurados para separar la señal principal de enlace ascendente en al menos dos subbandas (B₁₁, B₁₂, B₁₃, B₂₁, B₂₂, B₂₃, B₃₁, B₃₂, B₃₂);
 - medios de reducción de frecuencia (7) que permiten convertir la frecuencia de todas las señales recibidas por los medios de antena de enlace ascendente a una frecuencia intermedia común;
- 20
- medios de filtros reconfigurables (12) configurados para ajustar la frecuencia central y el ancho de banda de cada subbanda.
3. Carga útil flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además:
- al menos dos medios de antena de enlace descendente (15);
 - medios de matriz de conmutador de enlace descendente (11) configurados para conectar cualquier par de medios de antena de enlace ascendente y de enlace descendente de satélite.
- 25
4. Carga útil flexible de acuerdo con la reivindicación anterior, que comprende además medios de amplificación flexibles (14) configurados para asignar energía a los diferentes medios de antena de enlace descendente (15).
5. Carga útil flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los medios de antena reconfigurable de enlace ascendente (9) comprenden una antena reconfigurable de red en fase.
- 30
6. Método para reconfigurar una carga útil flexible para un satélite de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en caso de interferencia, teniendo la interferencia una frecuencia de interferencia (fi) sobre un área de cobertura interferida (Ci), comprendiendo el método las siguientes etapas:
- Recibir una señal principal de enlace ascendente (S1) sobre un área de cobertura principal (C1), teniendo la señal principal de enlace ascendente (S1) un ancho de banda de frecuencia,
- 35
- formar una señal de encastrado generando un agujero espectral (H1) en el ancho de banda de la señal principal de enlace ascendente (S1), generándose el agujero espectral (H1) para incluir la frecuencia de interferencia (fi);
 - definir el área de cobertura complementaria (C_{C1}) para que se corresponda con el área de cobertura principal (C1) sin el área de cobertura interferida (Ci),
 - recibir una señal complementaria de enlace ascendente (S_{C1}) con los medios de antena reconfigurable de enlace ascendente (9)
- 40
- formar una señal de enlace descendente basada en la señal de encastrado y en la señal complementaria de enlace ascendente.
7. Método para reconfigurar una carga útil flexible de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que la etapa de formación de la señal de encastrado comprende las siguientes etapas:
- 45
- dividir el ancho de banda de la señal principal de enlace ascendente (S1) en al menos dos subbandas (SA₁₁, SB₁₁, SA₁₂, SB₁₂);

- ajustar la frecuencia central y el ancho de banda de cada subbanda para que se excluya la frecuencia de interferencia (f_i) de cada subbanda.

5 8. Método para reconfigurar una carga útil flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, que comprende además una etapa de convertir la frecuencia de la señal de encastrado y de la señal complementaria de enlace ascendente a una frecuencia intermedia común.

9. Método para reconfigurar una carga útil flexible de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que la señal complementaria de enlace ascendente se filtra para presentar un ancho de banda correspondiente al agujero espectral generado en el ancho de banda de la señal principal de enlace ascendente de la señal principal de enlace ascendente.

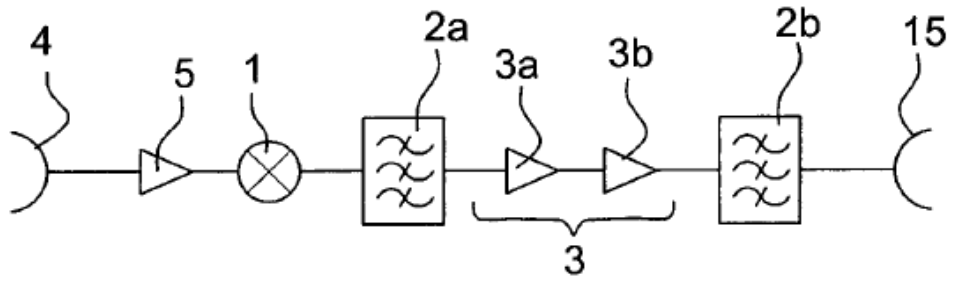


Fig. 1

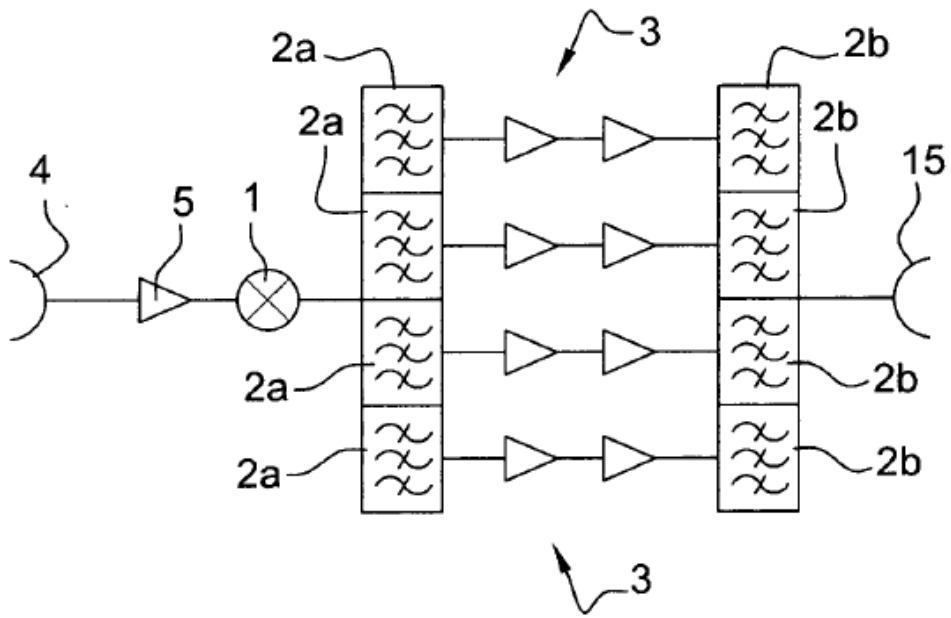


Fig. 2

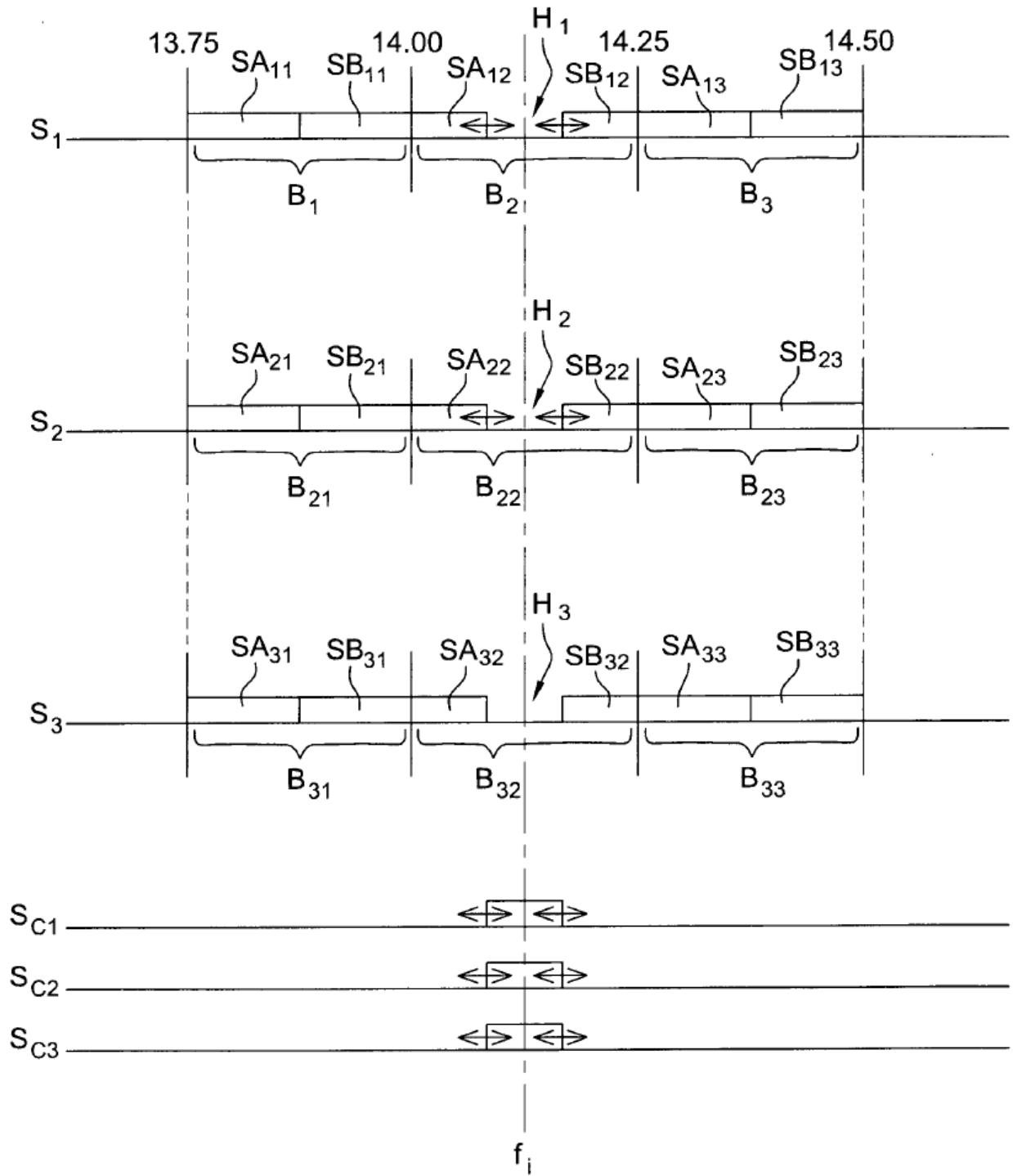


Fig. 3

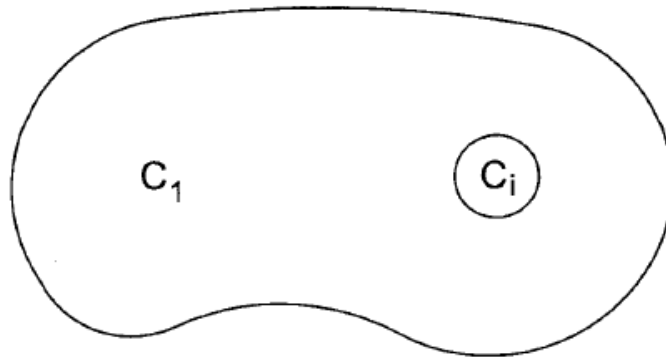


Fig. 4a

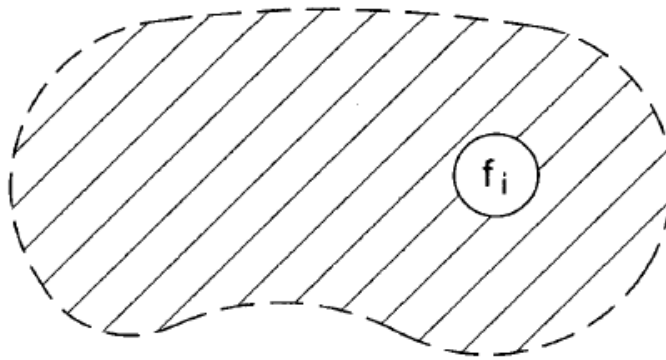


Fig. 4b

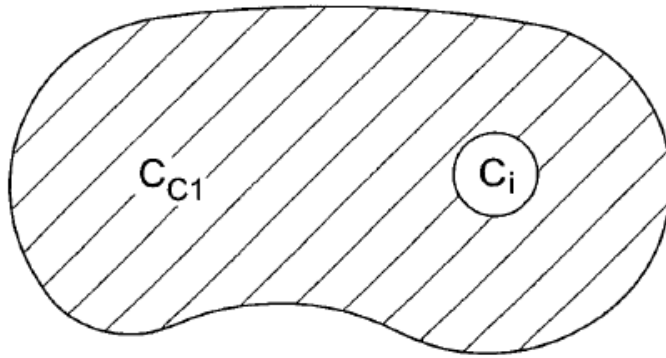


Fig. 4c

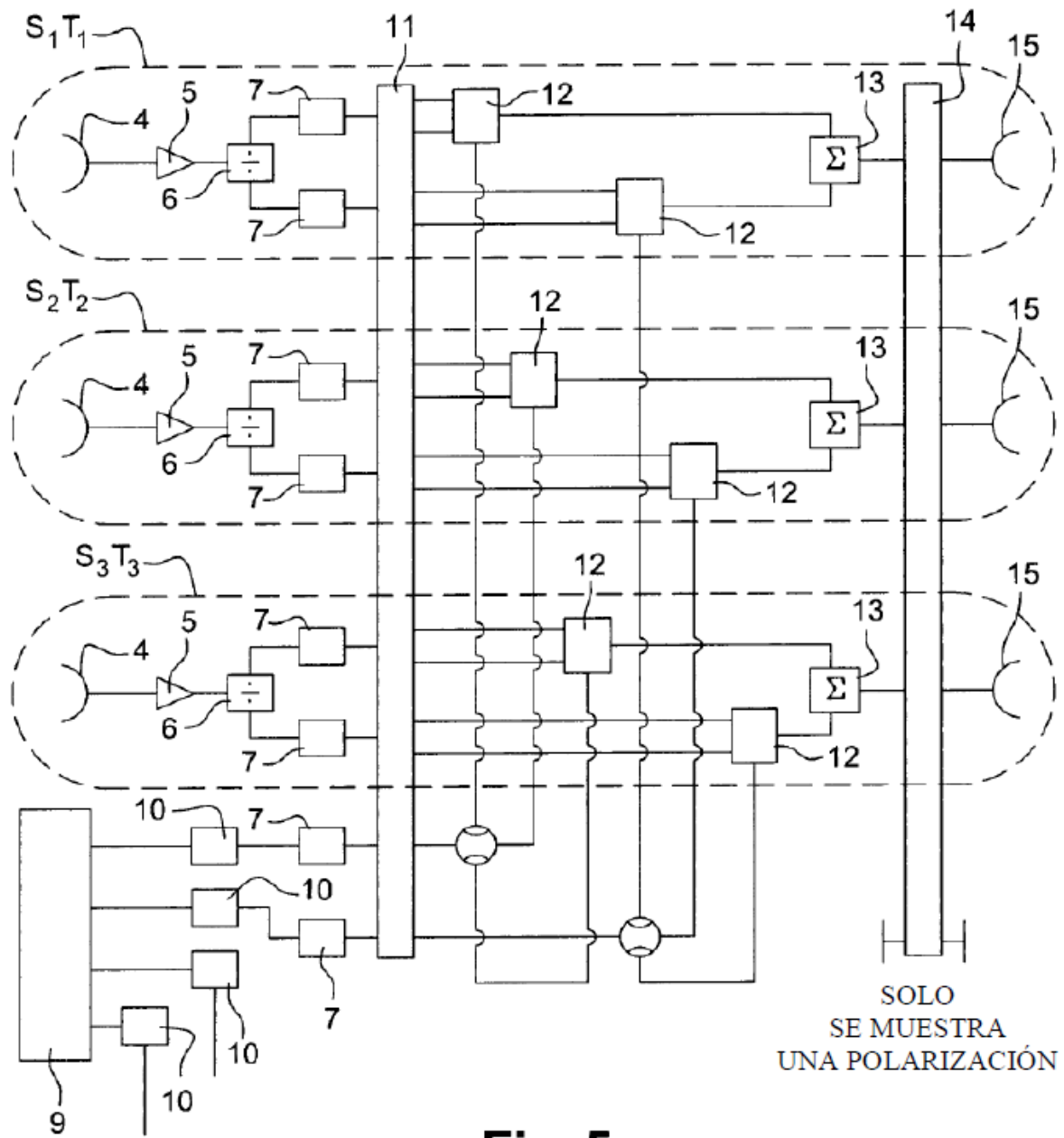


Fig. 5